



TUGAS AKHIR - RG141536

**VALIDASI ALGORITMA ESTIMASI
KONSENTRASI KLOOROFIL-A DAN PADATAN
TERSUSPENSII MENGGUNAKAN CITRA SATELIT
TERRA DAN AQUA MODIS DENGAN
DATA *IN SITU*
(Studi Kasus : Selat Makassar)**

Endang Prinina
NRP 3512 100 001

Pembimbing
Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL ASSIGNMENT - RG141536

**VALIDATION OF CHLOROPHYL-A AND TOTAL
SUSPENDED MATTER ESTIMATION
ALGORITHM USING TERRA AND AQUA MODIS
IMAGERY WITH IN SITU DATA
(CASE STUDY : MAKASSAR STRAIT)**

Endang Prinina
NRP 3512 100 001

Advisor
Lalu Muhamad Jaelani, ST, M.Sc, Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**VALIDASI ALGORITMA ESTIMASI KONSENTRASI
KLOROFIL-A DAN PADATAN TERSUSPENSI
MENGUNAKAN CITRA SATELIT TERRA DAN
AQUA MODIS DENGAN DATA *IN SITU*
(Studi Kasus : Selat Makassar)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ENDANG PRINIA
NRP. 3512 100 001

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
NIP. 1980 1221 2003 12 1 001

Drs. Salam Tarigan, M.Si
NIP. 1953 0612 1984 03 1 003



SURABAYA, JULI 2016

VALIDASI ALGORITMA ESTIMASI KONSENTRASI KLOROFIL-A DAN PADATAN TERSUSPensi MENGUNAKAN CITRA SATELIT TERRA DAN AQUA MODIS DENGAN DATA *IN SITU* (Studi Kasus : Selat Makassar)

Nama Mahasiswa : Endang Prinina
NRP : 3512 100 001
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP – ITS
Dosen Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D

Abstrak

Klorofil-a dan Padatan tersuspensi (TSS) merupakan parameter fisik kualitas perairan. Pigmen klorofil-a memiliki daya serap yang tinggi pada gelombang tampak biru dan merah. TSS merupakan zat padatan sedimentasi dari aliran sungai yang membawa material – material organik maupun anorganik. Kandungan TSS yang tinggi sangat mengganggu proses fotosintesis pada fitoplankton yang merupakan produsen penghasil zat klorofil-a. Sehingga TSS juga mampu menyerap gelombang tampak.

Kemampuan klorofil-a dan TSS dalam menyerap gelombang tampak dapat diamati dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Pemanfaatan teknologi ini membutuhkan algoritma dalam menentukan nilai estimasi konsentrasi klorofil-a dan TSS. Citra satelit yang digunakan yaitu citra Terra dan Aqua MODIS level 1B. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi hasil algoritma klorofil-a dan TSS yang telah ada dalam perangkat lunak SeaDAS 7.3.1.

Dari hasil penelitian ini didapatkan koreksi atmosfer terbaik dalam pendugaan klorofil-a dan TSS yaitu koreksi atmosfer MUMM. Dari hasil pemetaan klorofil-a dan TSS menghasilkan nilai NMAE sebesar 158,34% dan RMSE sebesar 0,25. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma empiris ini tidak dapat diterapkan

pada Selat Makassar. Sebaran klorofil-a terendah sebesar 0,105 $\mu\text{g/l}$ dan tertinggi sebesar 0,783 $\mu\text{g/l}$ pada citra Terra MODIS. Sedangkan sebaran TSS terendah 0,02 mg/l dan tertinggi 6,88 mg/l pada citra Terra MODIS. Citra Terra MODIS lebih baik dalam pendugaan klorofil-a dan TSS menggunakan algoritma empiris di SeaDAS 7.3.1 daripada menggunakan citra Aqua MODIS.

Kata kunci : Algoritma, Klorofil-a, TSS, Validasi

VALIDATION CONCENTRATE OF CHLOROFIL-A AND SUSPENDED SOLID ESTIMATION ALGORITHM USING TERRA AND AQUA MODIS IMAGERY WITH INSITU DATA (Case Study : Makassar Strait)

Name : Endang Prinina
NRP : 3512 100 001
Department : Geomatics Engineering FTSP – ITS
Supervisor : Lalu Muhamad Jaelani ,S.T.,M.Sc.,Ph.D

Abstract

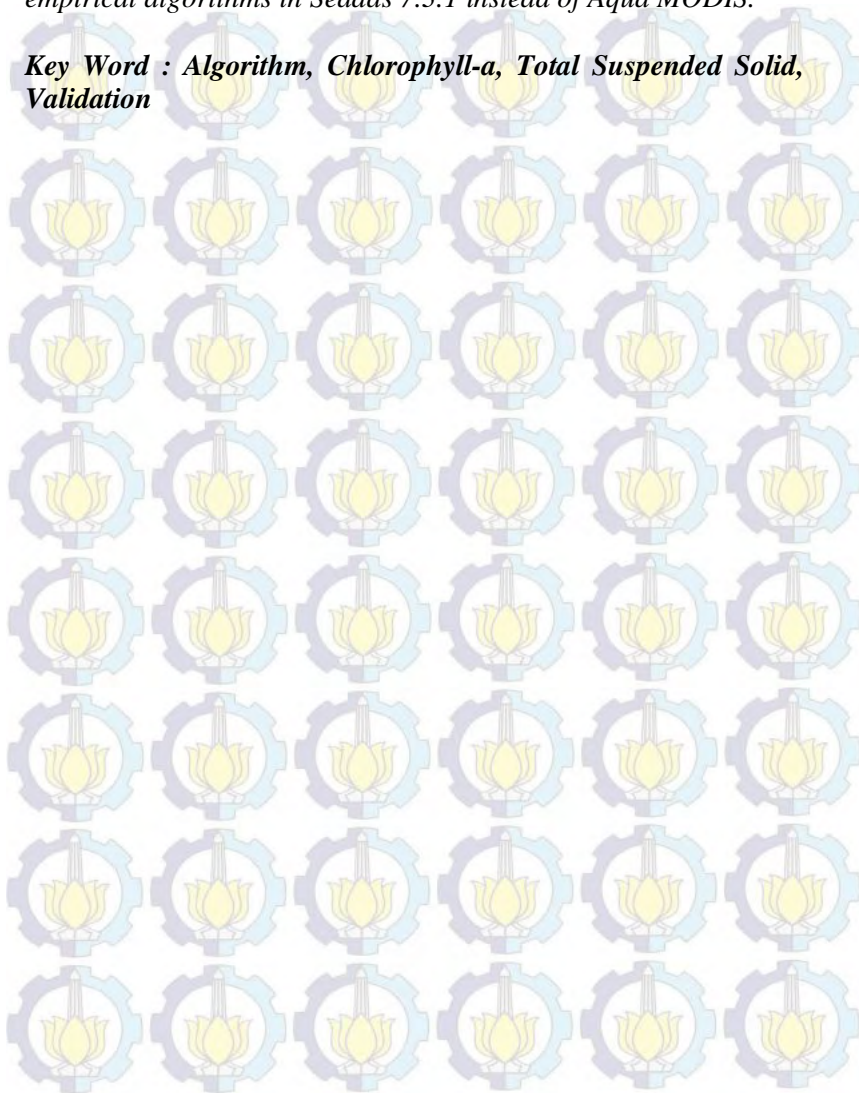
Chlorophyll-a and Total Suspended Solid (TSS) are some of water quality parameters. Pigment of chlorophyll-a has high absorption properties of the visible spectrum blue and red. TSS is a solid substance sedimentation of streams that carry organic and inorganic material. High content of TSS influence the process of photosynthesis on phytoplankton which is produce substance chlorophyll-a. Thus,TSS can absorb visible spectrum.

The ability of chlorophyll-a and TSS in absorb visible spectrum, it can be observed by technology of remote sensing. The technology is need an algorithm to determine the estimated value of the concentration of chlorophyll-a and TSS. Satellite imagery that used by Terra and Aqua MODIS 1B level. This study aimed to validate the results of the algorithm of chlorophyll-a and TSS that already exist in the SeaDAS 7.3.1.

From the results of this study, the best atmospheric correction to estimation of chlorophyll -a and TSS is atmospheric correction MUMM .The mapping of chlorophyll-a and TSS have NMAE value 158.34 % and RMSE 0.25. That is empirical algorithm can not be applied to the Makassar Strait. The distribution of chlorophyll-a low of 0,105 mg /l and tertiggi of 0.783 μ /l at Terra MODIS.. While the lowest TSS distribution of 0.02 mg /l and the highest of 6.88 mg /l at Terra MODIS. This

image better in the estimation of chlorophyll-a and TSS using empirical algorithms in Seadas 7.3.1 instead of Aqua MODIS.

Key Word : Algorithm, Chlorophyll-a, Total Suspended Solid, Validation



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teknologi Penginderaan Jauh.....	5
2.1.1 Definisi Penginderaan Jauh.....	5
2.1.2 Metode Penginderaan Jauh.....	5
2.1.3 Prinsip Dasar Penginderaan Jauh.....	6
2.1.4 Sistem Penginderaan Jauh.....	6
2.2 Radiasi Elektromagnetik.....	7
2.3 Resolusi Sensor.....	9
2.3.1 Resolusi Spasial.....	9
2.3.2 Resolusi Spektral.....	9
2.3.3 Resolusi Temporal.....	10
2.4 MODIS (<i>Moderate Resolution Imaging Satelite</i>).....	10
2.4.1 Data MODIS.....	11
2.4.2 Kanal MODIS dan Aplikasinya.....	12

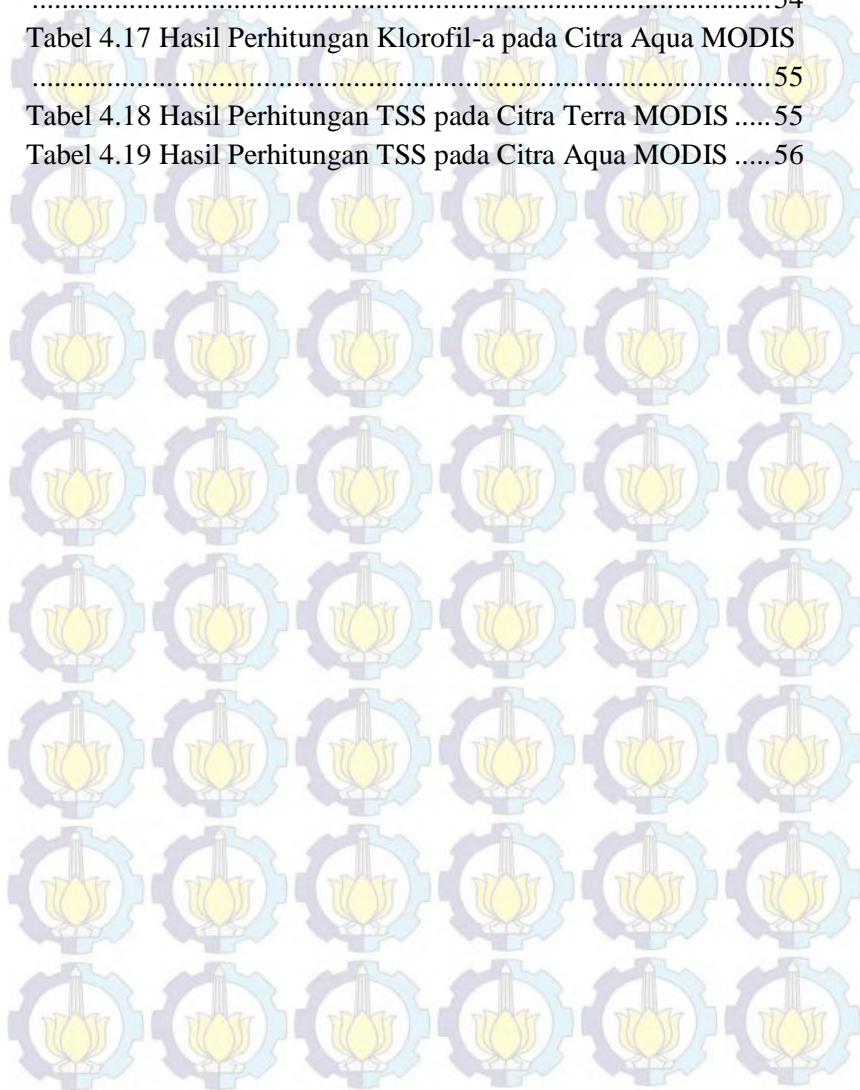
2.4.3 Satelit Terra MODIS	14
2.4.4 Satelit Aqua MODIS	14
2.5 Koreksi Geometrik	15
2.6 Koreksi Atmosfer	16
2.6.1 Algoritma GW94	16
2.6.2 Algoritma GWI.....	17
2.6.3 Algoritma MUMM (<i>Management Unit of the North Sea Mathematical Models</i>).....	17
2.7 Klorofil-a.....	18
2.8 Padatan Tersuspensi atau <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	19
2.9 Penginderaan Jauh untuk Analisa TSS dan Klorofil-a.	20
2.10 SeaDAS	21
2.11 Uji Akurasi.....	22
2.12 Penelitian Sebelumnya	23
BAB III METODOLOGI	25
3.1 Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Data dan Peralatan	25
3.2.1 Data	25
3.2.2 Peralatan	26
3.3 Metodologi Penelitian	26
3.3.1 Tahap Penelitian	26
3.3.2 Tahapan Pengolahan Data.....	28
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	31
4.1 Data.....	31
4.1.1 Data Citra Terra MODIS Level 1B	31
4.1.2 Data Citra Aqua MODIS Level 1B	31

4.1.3 Data Geolokasi Citra Terra dan Aqua MODIS	32
4.1.4 Data Survei Lapangan Ekspedisi Widya Nusantara 2013 (EWIN)	32
4.2 Hasil	33
4.2.1 <i>Reprojection</i> (Reproyeksi)	33
4.2.2 <i>Cropping</i> (Pemotongan Citra)	35
4.2.3 Koreksi Geometrik	36
4.2.4 Koreksi Atmosfer	37
4.2.5 Hasil klorofil-a dan TSS	47
4.3 Validasi Data <i>In situ</i>	54
4.4 Analisa Hasil Perhitungan Algoritma Klorofil-a Terhadap Data <i>In situ</i>	56
4.4.1 Analisa perhitungan klorofil-a pada citra Terra MODIS	56
4.4.2 Analisa Perhitungan klorofil-a pada citra Aqua MODIS	59
4.5 Analisa Hasil Perhitungan Algoritma TSS terhadap Data <i>In situ</i>	62
4.5.1 Analisa hasil perhitungan TSS pada Citra Terra MODIS	62
4.5.2 Analisa hasil perhitungan TSS pada Citra Aqua MODIS	65
BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 2 Kanal MODIS	12
Tabel 2. 3 Kemampuan Ekstraksi Saluran MODIS	13
Tabel 3.2 Data Citra Terra MODIS Level 1B Tahun 2013	25
Tabel 3.3 data citra aqua MODIS level 1B tahun 2013	25
Tabel 4.1 Data Citra Terra MODIS Level 1B.....	31
Tabel 4.2 Data Citra Aqua MODIS Level 1B.....	31
Tabel 4.3 Data Geolokasi Citra Terra dan Aqua MODIS	32
Tabel 4.4 Data EWIN 2013 pada 10-16 Juni 2013.....	33
Tabel 4.5 Nilai RMS <i>Error</i> pada Citra MODIS	37
Tabel 4.6 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 443 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	39
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 488 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	39
Tabel 4.8 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 531 pada Masing-masing Koreksi atmosfer.....	40
Tabel 4.9 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 645 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	41
Tabel 4.10 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 667 Pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	41
Tabel 4.11 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 443 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	43
Tabel 4.12 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 488 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	44
Tabel 4.13 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 488 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	45
Tabel 4.14 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 645 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	45
Tabel 4.15 Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 667 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.....	46

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Klorofil-a pada Citra Terra MODIS	54
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Klorofil-a pada Citra Aqua MODIS	55
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan TSS pada Citra Terra MODIS	55
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan TSS pada Citra Aqua MODIS	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Spektrum Elektromagnetik	8
Gambar 2.3 Interaksi Energi dengan Permukaan Bumi	9
Gambar 2.4 Satelit Aqua MODIS.....	10
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Perairan Selat Makassar	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Tahapan Penelitian	26
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data	28
Gambar 4.1 Proses <i>Input</i> Sistem Proyeksi pada Citra Terra MODIS	34
Gambar 4.2 Citra Sebelum Direproyeksi dengan Kondisi Citra Melengkung.	35
Gambar 4.3 Citra Setelah Direproyeksi dengan Kondisi Citra Datar.	35
Gambar 4.4 Hasil Citra Setelah Proses <i>Cropping</i>	36
Gambar 4.5 Posisi GCP pada Citra MODIS	37
Gambar 4.6 Persebaran Stasiun pada Satelit Terra MODIS.	38
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 443.....	39
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 488.....	40
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 531.....	40
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 645.....	41
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 667.....	42
Gambar 4.12 Persebaran Stasiun pada Satelit Aqua MODIS.	43
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 443.....	44
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 488.....	44
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 531.....	45
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 645.....	46
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Nilai <i>Rrs</i> 667.....	46
Gambar 4.18 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer GW94	48
Gambar 4.19 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer GWI.....	48

Gambar 4.20 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer MUMM	49
Gambar 4.21 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer GW94	49
Gambar 4.22 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer GWI.....	50
Gambar 4.23 Tampilan Citra Terra MODIS Pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer MUMM	50
Gambar 4.24 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer GW94	51
Gambar 4.25 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer GWI.....	51
Gambar 4.26 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer MUMM	52
Gambar 4.27 Tampilan Citra Aqua MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer GW 94.....	52
Gambar 4.28 Tampilan Citra Aqua MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer GWI.....	53
Gambar 4.29 Tampilan Citra Aqua MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer MUMM	53
Gambar 4.30 Grafik Hubungan 3 Algoritma Klorofil-a terhadap Data <i>In situ</i> pada Citra Terra MODIS	56
Gambar 4.31 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer GW94 terhadap Data <i>in situ</i>	57
Gambar 4.32 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer GWI dengan Data <i>in situ</i>	58
Gambar 4.33 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer MUMM dengan Data <i>in situ</i>	58
Gambar 4.34 Grafik Hubungan 3 Algoritma Klorofil-a terhadap Data <i>In situ</i> pada Citra Aqua MODIS	59

Gambar 4.35 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer GW94 terhadap Data <i>In situ</i>	60
Gambar 4.36 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer GWI terhadap Data <i>In situ</i>	61
Gambar 4.37 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer MUMM terhadap Data <i>In situ</i> ...	61
Gambar 4.38 Grafik Perbandingan TSS terhadap Data In Situ pada Citra Terra MODIS.....	62
Gambar 4.39 Grafik Relasi Hubungan antara TSS dengan Koreksi Atmosfer GW94 terhadap Data <i>In situ</i>	63
Gambar 4.40 Grafik Relasi Hubungan Antara TSS dengan Koreksi Atmosfer GWI terhadap Data <i>In situ</i>	63
Gambar 4.41 Grafik Relasi Hubungan antara TSS dengan Koreksi Atmosfer MUMM dengan Data <i>In situ</i>	64
Gambar 4.42 Grafik Perbandingan TSS antar Koreksi Atmosfer terhadap Data <i>In situ</i> pada Citra Aqua MODIS	65
Gambar 4.43 Grafik Relasi Hubungan Antara TSS dengan Koreksi Atmosfer GW94 terhadap Data <i>In situ</i>	66
Gambar 4.44 Grafik Relasi Hubungan Antara TSS dengan Koreksi Atmosfer GWI terhadap Data <i>In situ</i>	66
Gambar 4.45 Grafik Relasi Hubungan Antara TSS dengan Koreksi Atmosfer MUMM terhadap Data <i>In situ</i> ...	67

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Peta Sebaran Klorofil-a Terra MODIS dengan Koreksi Atmosfer GW94 pada Selat Makassar.
- Lampiran 2. Peta Sebaran Klorofil-a Terra MODIS dengan Koreksi Atmosfer GWI pada Selat Makassar.
- Lampiran 3. Peta Sebaran Klorofil-a Terra MODIS dengan Koreksi Atmosfer MUMM pada Selat Makassar.
- Lampiran 4. Peta Sebaran Klorofil-a Aqua MODIS dengan Koreksi Atmosfer GW94 pada Selat Makassar.
- Lampiran 5. Peta Sebaran Klorofil-a Aqua MODIS dengan Koreksi Atmosfer GWI pada Selat Makassar.
- Lampiran 6. Peta Sebaran Klorofil-a Aqua MODIS dengan Koreksi Atmosfer MUMM pada Selat Makassar.
- Lampiran 7. Peta Sebaran TSS Terra MODIS dengan Koreksi Atmosfer GW94 pada Selat Makassar.
- Lampiran 8. Peta Sebaran TSS Terra MODIS dengan Koreksi Atmosfer GWI pada Selat Makassar.
- Lampiran 9. Peta Sebaran TSS Terra MODIS dengan Koreksi Atmosfer MUMM pada Selat Makassar.
- Lampiran 10. Peta Sebaran TSS Aqua MODIS dengan Koreksi Atmosfer GW94 pada Selat Makassar.
- Lampiran 11. Peta Sebaran TSS Aqua MODIS dengan Koreksi Atmosfer GWI pada Selat Makassar.
- Lampiran 12. Peta Sebaran TSS Aqua MODIS dengan Koreksi Atmosfer MUMM pada Selat Makassar.
- Lampiran 13. Peta Sebaran Stasiun di Perairan Selat Makassar.
- Lampiran 14. Metadata Citra Satelit Terra MODIS.
- Lampiran 15. Metadata Citra Satelit Aqua MODIS.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah perairan merupakan kawasan yang sangat penting untuk berbagai keperluan dan aktifitas dalam bidang perikanan, pariwisata, industri dan sebagainya. Suatu perairan laut dapat dikatakan kaya akan sumberdaya perairan jika perairan tersebut memiliki kesuburan tinggi yang dapat dilihat dari produktivitas perairannya (Aryawati & Thoha, 2011).

Selat Makassar merupakan salah satu bagian dari samudra dalam, dimana massa air laut bergerak dari Samudra Pasifik Utara ke Samudra Hindia. Pertukaran massa air dari Samudra Pasifik menuju Samudra Hindia melalui Laut Sulawesi, Laut Flores dan Laut Jawa. Hal ini mempengaruhi tingkat produktivitas primer di perairan Selat Makassar (Muswerri, 2013).

Menurut Penjelasan Atas Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Alinea empat, air sebagai komponen lingkungan hidup akan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen – komponen lainnya. Air yang kualitasnya buruk akan mengakibatkan kondisi lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan dan keselamatan manusia serta kehidupan makhluk hidup lainnya. Penurunan kualitas air akan menurunkan dayaguna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumber daya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumber daya alam (*natural resources depletion*). Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Kualitas perairan dipengaruhi oleh parameter fisika dan kimia. Parameter fisik berupa kecerahan, kebauan, padatan tersuspensi, dan klorofil-a. Sedangkan parameter kimia berupa salinitas, PH, sulfat dan zat - zat kimia lainnya.

Salah satu parameter fisika kualitas perairan yaitu klorofil-a dan padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*, TSS). Sebaran

klorofil-a dan TSS di perairan dapat diketahui melalui pengukuran *in situ* dan *ex situ*. Pengukuran *in situ* yaitu dengan pengambilan sampel langsung ke lapangan seperti yang telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yaitu Ekspedisi Widya Nusantara (EWIN) 2013. Ekspedisi ini dimulai tanggal 1- 20 Juni 2013 menggunakan kapal Baruna Jaya VIII yang dioperasikan oleh Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. Sedangkan pengukuran *ex situ* yaitu dengan analisis citra. Analisis citra untuk klorofil-a dan TSS dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengolah citra.

Melalui perangkat lunak pengolah citra dilakukan analisis konsentrasi sebaran klorofil-a dan TSS di perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan menggunakan citra satelit Terra dan Aqua MODIS. Citra satelit ini merupakan salah satu citra satelit yang cocok untuk pengamatan wilayah perairan luas dan cocok untuk pengamatan perairan. Dalam pengolahan citra dibutuhkan algoritma yang sesuai untuk perairan Selat Makassar. Estimasi parameter kualitas air (klorofil-a dan TSS) dari data penginderaan jauh umumnya tergantung pada keakuratan koreksi atmosfer dan model yang menghubungkan antara data reflektan penginderaan jauh dengan parameter kualitas air yang akan diekstrak (Jaelani, Setiawan, & Matsushita, 2015). Dengan menggunakan data citra satelit Terra dan Aqua MODIS yang divalidasi dengan data *in situ* air laut dari hasil survei lapangan, diharapkan nantinya dapat diperoleh suatu algoritma estimasi klorofil-a dan TSS yang sesuai dengan mempertimbangkan koreksi atmosfernya serta peta sebaran klorofil-a dan TSS di Selat Makassar, Sulawesi Selatan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kesesuaian koreksi atmosfer terhadap algoritma klorofil-a dan TSS untuk perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan.
- b. Bagaimana kesesuaian algoritma empiris klorofil-a dan TSS yang tersedia di SeaDAS 7.3.1 pada Selat Makassar.

- c. Bagaimana memetakan klorofil-a dan TSS di Perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Wilayah penelitian adalah perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan.
- b. Data citra satelit yang digunakan adalah citra satelit Terra dan Aqua MODIS.
- c. Algoritma yang digunakan merupakan algoritma yang tersedia di perangkat lunak SeaDAS 7.3.1
- d. Hasil penelitian ini adalah berupa analisa pengaruh koreksi atmosfer terhadap algoritma klorofil-a dan TSS pada Perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan serta sebaran klorofil-a dan TSS pada perairan Selat Makassar.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini antara lain :

- a. Untuk mengetahui koreksi atmosfer yang sesuai pada algoritma klorofil-a dan TSS.
- b. Untuk mengetahui kesesuaian algoritma empiris klorofil-a dan TSS yang tersedia di SeaDAS 7.3.1 pada Selat Makassar.
- c. Memetakan sebaran Klorofil-a dan TSS Perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini adalah memberikan rekomendasi algoritma klorofil-a dan TSS yang sesuai dengan citra Terra dan Aqua MODIS untuk perairan Selat Makassar. Serta informasi spasial (peta) mengenai sebaran Klorofil-a dan TSS di Perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan yang dapat digunakan untuk mengambil kebijakan dalam pemantauan kualitas perairan dan biota laut lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teknologi Penginderaan Jauh

2.1.1 Definisi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisa data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 1979). Sesuai dengan istilahnya, penginderaan jauh adalah suatu ilmu untuk mempelajari suatu benda dari jauh dengan tidak menyentuh benda itu sendiri (Tjokrosoewarno, 1979).

Definisi yang lain juga dikemukakan oleh (Konecny, 2003) yang mana penginderaan jauh adalah metode untuk memperoleh informasi dari objek yang jauh tanpa adanya kontak langsung. Dalam aplikasinya, teknologi penginderaan jauh menggunakan energi elektromagnetik seperti gelombang radio, cahaya, dan panas sebagai sarana untuk mendeteksi dan mengukur karakteristik objek atau target (Ho, 2009).

2.1.2 Metode Penginderaan Jauh

Menurut Tjokrosoewarno (1979), metode penginderaan jauh dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Metode Pasif

Sensor mengukur level energi yang secara alami dipancarkan, dipantulkan, atau dikirimkan oleh target. Sensor ini hanya bisa bekerja apabila terdapat sumber energi yang alami, sedangkan pada malam hari atau apabila permukaan bumi tertutup awan, debu, asap dan partikel atmosfer lain, pengambilan data dengan cara deteksi pasif tidak bisa dilakukan dengan baik.

b. Metode Aktif

Dalam sistem ini penginderaan jauh menyediakan sendiri sumber energi untuk menyinari target dan

menggunakan sensor untuk mengukur refleksi energi oleh target dengan menghitung sudut refleksi atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan energi. Keuntungan menggunakan deteksi aktif adalah pengukuran bisa dilakukan kapan saja. Akan tetapi sistem aktif ini memerlukan energi yang cukup besar untuk menyinari target. Contoh sistem aktif yaitu sistem radar dan sistem laser.

2.1.3 Prinsip Dasar Penginderaan Jauh

Perolehan data dalam indera menggunakan alat pengindera atau alat pengumpul data yang disebut sensor yang ditempatkan pada wahana pesawat udara, balon, satelit dan wahana lainnya. Hasil rekaman data dapat berupa digital maupun non digital. Rekaman data inilah yang dianalisis sehingga menghasilkan berbagai informasi seperti tutupan hutan, jenis tanah, pola aliran sungai, sebaran pemukiman, jaringan jalan, garis pantai, dan sebagainya.

2.1.4 Sistem Penginderaan Jauh

Secara garis besar sistem penginderaan jauh dibedakan dalam 4 hal yaitu sumber energi yang digunakan, cara perekaman, wilayah spektrum panjang gelombang yang digunakan, dan wahana (*platform*) untuk basis penempatan sensor.

Dari sisi sumber energi yang digunakan, dibedakan sistem penginderaan jauh pasif dan aktif. Sistem pasif jika sensor merekam pantulan energi elektromagnetik matahari yang diterima oleh suatu objek. Sistem aktif menggunakan sumber energi buatan yang dipancarkan ke objek, untuk kemudian direkam pantulan energi elektromagnetiknya dan atau hamburan baliknya.

Dari sisi cara perekaman, yang menghasilkan rekaman sinyal elektromagnetik dari objek, salah satunya pada sistem radar pengiriman sinyal dilakukan secara menyamping (*side*

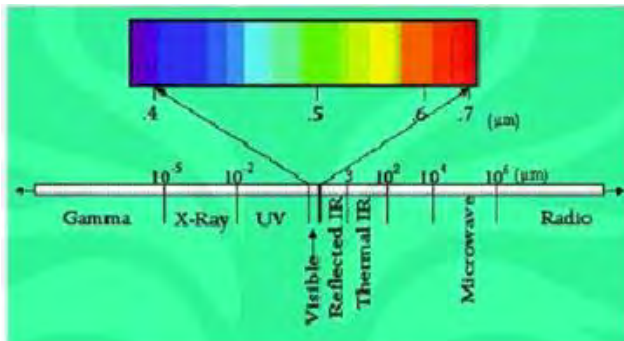
looking), sehingga hanya objek dengan posisi tertentu terhadap sensor antena saja yang bisa memberikan pantulan energi berupa hamburan balik, sementara yang lain akan memantulkannya ke arah lain atau menyerapnya. Aspek lainnya dalam sistem penginderaan jauh yang perlu mendapat perhatian adalah spektra panjang gelombang yang dimanfaatkan oleh sensor indera. Perbedaan panjang gelombang juga terkait erat dengan perbedaan sensor, karena ada kecenderungan bahwa sensor tertentu hanya bisa dioperasikan pada wilayah panjang gelombang tertentu. Wilayah spektral yang digunakan dalam indera saat ini pada umumnya adalah : ultraviolet dengan panjang gelombang 0,2 – 0,3 μm ; *visible*/tampak 0,4 – 0,7 μm ; inframerah dekat, tengah dan jauh 0,7 – 2,5 μm ; inframerah termal 3 – 14 μm ; serta gelombang mikro yang mempunyai panjang gelombang beberapa cm. Perbedaan panjang gelombang saat ini tidak hanya dari sisi wilayah cakupan spektra, melainkan juga aspek kerincian (sempitnya) panjang gelombang seperti pada sistem hiperspektral.

Dari sisi wahana dimana sensor untuk penginderaan objek ditempatkan, maka dapat dibedakan dalam 3 kategori yaitu rendah (*narrow range*), menengah (*medium range*) dan tinggi (*wide range*). Satelit dan pesawat ulang alik masuk kategori tinggi. Semakin tinggi wahana, pada umumnya sensor yang ada di wahana tersebut mempunyai kemampuan mengindera objek di Bumi dengan cakupan wilayah yang semakin luas.

2.2 Radiasi Elektromagnetik

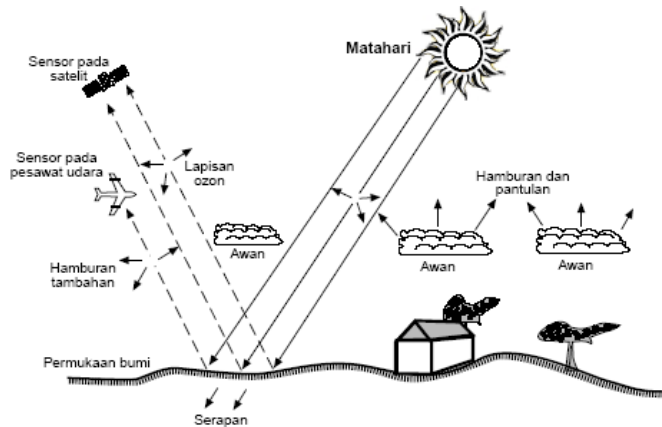
Energi elektromagnetik adalah sebuah komponen utama dari kebanyakan sistem penginderaan jauh untuk lingkungan hidup, yaitu sebagai medium untuk pengiriman informasi dari target kepada sensor (Surini, 2012). Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa karakter yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang (*wavelength*), frekuensi, dan amplitudo. Frekuensi tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang.

Susunan semua bentuk gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya disebut spektrum elektromagnetik. Gambar 2.1 memperlihatkan spektrum elektromagnetik yang disusun berdasarkan panjang gelombang rendah, dengan panjang gelombang tinggi dan frekuensi rendah, seperti gelombang radio sampai ke energi yang sangat tinggi, dengan panjang gelombang rendah dan frekuensi tinggi seperti radiasi X-Ray dan Gamma (Puntodewo, Dewi, & Tarigan, 2003).



Gambar 2.1 Spektrum Elektromagnetik
Sumber : (Puntodewo, Dewi, & Tarigan, 2003)

Gelombang elektromagnetik yang dihasilkan matahari dipancarkan dan masuk ke dalam atmosfer Bumi. Interaksi antara radiasi dengan partikel atmosfer bisa berupa penyerapan (*absorption*), penyebaran (*scattering*) atau pemantulan kembali (*reflectance*) (Arozaq, 2012). Sebagian besar radiasi dengan energi tinggi diserap oleh atmosfer dan tidak pernah mencapai permukaan bumi. Semua masa dengan suhu lebih tinggi dari 0 Kelvin (-273 C) mengeluarkan radiasi gelombang elektromagnetik.



Gambar 2.2 Interaksi Energi dengan Permukaan Bumi
Sumber : (Arozaq, 2012)

2.3 Resolusi Sensor

Setiap aplikasi penginderaan jauh mempunyai kebutuhan khusus mengenai luas cakupan area, frekuensi pengukuran dan tipe energi yang akan dideteksi. Oleh karena itu, sebuah sensor harus mampu memberikan resolusi spasial, spektral dan temporal yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

2.3.1 Resolusi Spasial

Resolusi spasial menunjukkan level dari detail yang ditangkap oleh sensor. Semakin detail informasi yang ingin didapat semakin tinggi resolusi spasial yang diperlukan. Semakin tinggi resolusinya, maka semakin kecil area yang dapat dicakupnya.

2.3.2 Resolusi Spektral

Resolusi spektral merupakan interval panjang gelombang khusus pada spektrum elektromagnetik yang direkam oleh sensor. Semakin sempit lebar interval spektrum elektromagnetik, resolusi spektral akan menjadi semakin tinggi.

2.3.3 Resolusi Temporal

Resolusi temporal menunjukkan interval waktu antar pengukuran. Contohnya citra Landsat TM melewati suatu daerah yang sama sebanyak 16 hari sekali, sedangkan NOAA dapat 2 kali sehari melewati daerah yang sama. Oleh karena itu resolusi temporal NOAA lebih tinggi dari pada Landsat.

2.4 **MODIS (*Moderate Resolution Imaging Satellite*)**

MODIS adalah sebuah sensor satelit yang mempunyai 36 kanal spektorradiometer yang mengukur radiasi dari cahaya tampak dan gelombang inframerah, dengan 21 kanal mempunyai rentang antara 0,3-0,4 μm dan 15 kanal lainnya mempunyai rentang antara 4,01-14,5 μm . Sensor ini mempunyai produk yang dapat dipakai untuk mengamati vegetasi, tutupan lahan, klorofil di laut, awan dan berbagai aerosol atmosfer lainnya. Instrumen ini pertama diluncurkan dengan wahana satelit Terra MODIS pada bulan Desember tahun 1999 dan dilanjutkan kembali dengan satelit Aqua MODIS yang diluncurkan pada bulan April tahun 2002. Satelit Aqua MODIS adalah satelit dengan orbit polar dengan waktu melalui ekuator pada pukul 13.30 siang, sedangkan satelit Terra MODIS melalui ekuator pada pukul 10.30 pagi.



Gambar 2.3 Satelit Aqua MODIS

Sumber : http://nsidc.org/data/docs/daac/aqua_platform.gd.html

Instrumen ini didesain untuk beroperasi selama 6 tahun dan mempunyai resolusi spasial sebesar 250 meter untuk kanal 1 dan kanal 2; 500 meter untuk kanal 3 sampai dengan kanal 7; dan 1000 meter untuk kanal 8 sampai dengan kanal 36. Instrumen ini mempunyai kecepatan transfer data sebesar rata-rata 6,1 Mbps sampai dengan 10,6 Mbps dengan sistem digital 12 bits dan lebar cakupan 2330 kilometer (NASA, 2015).

2.4.1 Data MODIS

Data MODIS terdapat dalam beberapa level data. Beberapa jenis level data MODIS yang tersedia yaitu level-0, level-1A, level-1B, level-2, dan level 3. Data MODIS level-0 merupakan data mentah hasil perekaman satelit yang di terima secara langsung oleh stasiun penerima di Bumi. MODIS level-0 memiliki informasi berupa kanal yang belum di perkecil. Ukuran datanya lebih besar dibandingkan dengan data MODIS level-1.

Data MODIS level-1 terdiri dari dua tipe yaitu MODIS level-1A dan MODIS level-1B. Data level-1A merupakan data mentah ditambah dengan informasi tentang kalibrasi sensor dan geolokasi. Geolokasi berisi informasi tentang lintang dan bujur pada setiap pusat piksel yang beresolusi 1 km. Informasi pada data ini diperkecil dan dikelompokkan dimana kanal dan sebagian data yang tidak digunakan akan dihilangkan. Kumpulan data level-1B memiliki kalibrasi dan geolokasi pada radiansi yang dihasilkan dari sensor. Pada MODIS level-1B, piksel tergeolokasi terhadap koordinat tengah piksel. Tidak ada koreksi untuk efek *bowtie* dari MODIS level-1B. Namun pada data perlu di perhatikan bahwa piksel di pinggir dari penyiaman (*scanning*) memiliki cakupan lebih luas dan cakupan dari piksel yang mengikuti arah penyiaman sebagian mengalami tumpang tindih (*overlap*).

Produk MODIS level-2 dihasilkan dari produk level-1. Isi data utama dari produk ini adalah nilai geofisik untuk setiap piksel yang berasal dari level-1 dengan menerapkan kalibrasi sensor, koreksi atmosfer, dan algoritma bio-optik. Setiap produk level-2 ini berhubungan dengan cakupan geografis dari produk level-1A

dan disimpan pada format HDF. Sedangkan produk data level-3 terdiri dari kumpulan data level 2. Citra satelit Aqua dan Terra MODIS level-3 biasanya sudah terkoreksi radiometrik maupun geometrik.

2.4.2 Kanal MODIS dan Aplikasinya

Satelit MODIS memiliki 36 kanal dengan resolusi spasial yang berbeda. Tabel 2.1 di bawah ini menjelaskan tentang kanal, panjang gelombang, dan resolusi spasial dari citra *Aqua* MODIS.

Tabel 2.1 Kanal MODIS
Sumber : <http://disc.gsfc.nasa.gov/MODIS>

Kanal	Panjang Gelombang/ λ (μm)	Resolusi Spasial (m)
1	0,62-0,67	250
2	0,841-0,876	250
3	0,459-0,479	500
4	0,545-0,565	500
5	1,230-1,250	500
6	1,628-1,652	500
7	2,105-2,155	500
8	0,405-0,420	1000
9	0,438-0,448	1000
10	0,483-0,493	1000
11	0,526-0,536	1000
12	0,546-0,556	1000
13	0,662-0,672	1000
14	0,673-0,683	1000
15	0,743-0,753	1000
16	0,862-0,877	1000
17	0,890-0,920	1000
18	0,915-0,965	1000

Kanal	Panjang Gelombang / λ (μm)	Resolusi Spasial (m)
19	0,915-0,965	1000
20	3,660-3,840	1000
21 ^a	3,929-3,989	1000
22	3,929-3,989	1000
23	4,020-4,080	1000
24	4,433-4,498	1000
25	4,482-4,549	1000
26	1,360-1,390	1000
27	6,535-6,895	1000
28	7,175-7,475	1000
29	8,400-8,700	1000
30	9,580-9,880	1000
31	10,780-11,280	1000
32	11,770-12,270	1000
33	13,185-13,485	1000
34	13,485-13,785	1000
35	13,785-14,085	1000
36	14,085-14,385	1000

Satelit MODIS dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi, Tabel 2.2 di bawah ini akan menjelaskan mengenai pemanfaatan dari setiap kanal MODIS.

Tabel 2. 2 Kemampuan Ekstraksi Saluran MODIS

Sumber : <http://daac.gsfc.nasa.gov/MODIS/>

Kanal	Kegunaan
1-2	Deliniasi daratan/awan/aerosol
3-7	Deliniasi daratan/awan/karakteristik aerosol
8-16	Warna air laut / fitoplankton / <i>Fluorescence</i> / biogeokimia
17-19	Uap air di atmosfer
20-23	Suhu permukaan dan awan
24-25	Suhu udara
26-28	Uap air awan cirrus
29	Karakteristik awan
30	Lapisan ozon
31-32	Suhu permukaan dan awan
33-36	Awan tinggi

2.4.3 Satelit Terra MODIS

Terra (EOS AM-1) adalah satelit penelitian NASA di orbit *sun synchronous* di sekitar Bumi. Satelit ini adalah bagian dari *Earth Orbiting System*. Nama Terra datang dari bahasa latin yang berarti Bumi. Satelit ini diluncurkan dari *Vandenberg Air Force Base* pada 18 Desember 1999, diterbangkan dengan roket Atlas IIAS dan mulai mengumpulkan data pada 24 Februari 2000. Terra membawa muatan yang terdiri dari lima sensor jarak jauh yang didesain untuk memantau keadaan lingkungan bumi dan perubahan-perubahan yang terjadi pada iklim. Terra membawa lima instrumen untuk mempelajari perairan pada permukaan bumi dan atmosfer. Lima instrumen tersebut adalah sebagai berikut:

- a. ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*).
- b. ASTER CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*).
- c. MISR (*Multi-angle Imaging Spectro Radiometer*)
- d. MODIS (*Moderate resolution Imaging Spectro-radiometer*).
- e. MOPITT (*Measurement of Pollution in the Troposphere*)

2.4.4 Satelit Aqua MODIS

Satelit Aqua (EOS PM-1) adalah satelit penelitian ilmiah NASA yang mempelajari tentang presipitasi, evaporasi, dan siklus air. Aqua adalah komponen utama kedua *Earth Observing System* setelah Terra yang diluncurkan tahun 1999. Nama “Aqua” berasal dari bahasa latin yang berarti air. Satelit ini diluncurkan dari *Vandenberg Air Force Base* pada 4 Mei 2002 di atas roket *Boeing Delta II*. Aqua berada di orbit *sun synchronous*.

Aqua membawa enam instrumen untuk mempelajari perairan pada permukaan Bumi dan atmosfer. Instrumen tersebut adalah sebagai berikut:

- a. *AMSR-E : Advanced Microwave Scanning Radiometer – EOS* dipergunakan untuk mengukur sifat awan, temperatur permukaan laut, kecepatan angin pada permukaan bumi, fluks radiatif energi, perairan permukaan, es, dan salju. Dirakit oleh National Space Development Agency Jepang,
- b. *MODIS :Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* juga mengukur sifat awan dan fluks radiatif energi, juga sifat-sifat aerosol yang terkandung dalam atmosfer bumi, vegetasi penutup daratan dan penggunaan lahan, kebakaran hutan dan gunung berapi. Instrumen ini juga terdapat pada Terra.
- c. *AMSU–A : Advanced Microwave Sounding Unit* digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban atmosfer.
- d. *AIRS : Atmospheric Infrared Sounder* digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembaban atmosfer, temperatur daratan dan permukaan laut.
- e. *HSB : Huminty Sounder for Brazil* peralatan dengan gelombang VHF untuk mengukur kelembaban atmosfer. Dirakit oleh Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais dari Brazil.
- f. *CERES : Clouds and the Earth's Radiant Energy System* untuk mengukur fluks radiatif energi.

2.5 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik merupakan proses menyesuaikan koordinat piksel pada citra dengan koordinat Bumi dalam bidang datar. Citra penginderaan jauh hasil perekaman sensor pada satelit maupun pesawat terbang merupakan representasi dari bentuk bumi yang tidak beraturan. Meskipun kelihatannya merupakan daerah yang datar, tetapi area yang direkam sesungguhnya mengandung kesalahan (distorsi) yang disebabkan oleh pengaruh kelengkungan Bumi dan atau oleh sensor itu sendiri. Sehingga diperlukan proses koreksi geometrik untuk memperbaikinya.

2.6 Koreksi Atmosfer

Dalam penginderaan jauh laut, jumlah sinyal yang diterima pada satelit didominasi oleh radian karena proses hamburan atmosfer dan 8–10% dari sinyal sesuai untuk reflektan perairan. Sebelum ada interpretasi dan pendugaan data perairan dalam pengembalian parameter warna lautan seperti nilai klorofil-a dibutuhkan 2 langkah pengolahan. Salah satunya yaitu koreksi atmosfer. Koreksi atmosfer bertujuan untuk dapat diaplikasikan pada pengamatan akurasi warna lautan untuk mendapatkan kembali *water leaving radiances* pada tingkat lautan dari total radianansi yang terekam pada atmosfer (*Top of the Atmosphere*) (Divisions, 2012). Seperti yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti tentang koreksi atmosfer.

2.6.1 Algoritma GW94

Dalam perairan terbuka sebagian besar dikendalikan oleh fitoplankton dan berbagai macam unsur pokok biologis yang diasumsikan bahwa air laut menyerap semua cahaya dalam gelombang spektrum *Near Infrared* (NIR) yang disebut *black pixel assumption* (Goyens, Jamet, & Schroeder, 2013). Algoritma ini dikembangkan oleh Gordon and Wang (1994). Algoritma ini merupakan reflektan dari *water leaving* pada dua kanal referensi NIR yang digambarkan dengan model bio-optik. Algoritma GW94 dalam Jaelani, Setiawan, et al. (2015) sebagai berikut :

$$\rho_{toa}(\lambda) = \rho_r(\lambda) + [\rho_a(\lambda) + \rho_{ra}(\lambda)] + t(\lambda)\rho_w(\lambda) \quad (2.1)$$

Dimana :

$\rho_{toa}(\lambda)$: reflektan yang direkam oleh sensor satelit.

$\rho_r(\lambda)$: reflektan dari *Rayleigh scattering*

$[\rho_a(\lambda) + \rho_{ra}(\lambda)]$: reflektan dari jumlah *aerosol scattering* dan iterasi antara *Rayleigh* dan *aerosol scattering*.

$t(\lambda)$: transmisi yang menyebar pada area atmosfer.
 $\rho_w(\lambda)$: reflektan *water leaving*.

2.6.2 Algoritma GWI

Menurut Brailey et al (2010) dalam Jaelani, Matsushita, Yang, & Fukushima (2015) algoritma ini pengembangan dari algoritma GW94 dengan model bio – optik serta adanya proses iterasi yang dilakukan. Algoritma GWI diasumsikan bahwa model bio-optik digunakan dalam memberikan perkiraan yang akurat dari air yang meninggalkan reflektan pada referensi gelombang spektrum NIR.

$$L_t(\lambda) = [L_r(\lambda) + L_a(\lambda) + t_{d_v}(\lambda)L_f(\lambda) + t_{d_v}(\lambda) L_w(\lambda)] t_{g_v}(\lambda) t_{g_s}(\lambda)f_p(\lambda) \quad (2.2)$$

Dimana :

$L_r(\lambda), L_a(\lambda), L_f(\lambda)$: cahaya kontribusi yang berhubungan dengan molekul udara (*Rayleigh Scattering*).

$t_{d_v}(\lambda)$: transmisi difusi sepanjang jarak sensor jalan dari permukaan ke satelit.

$t_{g_v}(\lambda), t_{g_s}(\lambda)$: kerugian akibat penyerapan gas sepanjang jalan bercahaya dari matahari ke permukaan dan permukaan sensor.

$f_p(\lambda)$: koreksi untuk instrumen.

2.6.3 Algoritma MUMM (*Management Unit of the North Sea Mathematical Models*)

Menurut Ruddick (2000) dalam Jaelani, Matsushita, et al (2015) algoritma ini berdasarkan pada skema koreksi atmosfer GW94, Algoritma MUMM menggunakan 2 asumsi yang berbeda daripada GW94.

- i. Menyangkut status atmosfer diatas target perairan, yang mensyaratkan bahwa *rasio aerosol multiple-scattering*

dan *aerosol-Rayleigh* reflektan pada dua kanal referensi NIR secara spasial adalah sama pada tiap *sub-scene*.

- ii. Komposisi air dan respon spektral, mensyaratkan bahwa rasio reflektan *water-leaving* dinormalisasi dengan transmisi atmosfer antara matahari dan badan air pada dua kanal referensi NIR secara spasial homogen atas *subscene* yang diasumsikan konstan. Kinerja dari algoritma MUMM tidak hanya tergantung pada komposisi air dan spektral respon (α), tetapi juga pada status atmosfer atas perairan sasaran (ε). Penjabaran dari algoritma MUMM adalah sebagai berikut :

$$\rho_w = \pi R \frac{f^r \left(\frac{b_b}{a+b_b} \right)}{Q} = \gamma \left(\frac{b_b}{a+b_b} \right) \quad (2.3)$$

Dimana :

- R : representasi refleksi dan refraksi efek di permukaan laut
 f^r : merupakan faktor berdimensi bervariasi
 Q : rasio bawah permukaan *upwelling* radiasi ke cahaya bawah permukaan *upwelling* dalam arah pandang

2.7 Klorofil-a

Istilah klorofil-a berasal dari bahasa Yunani yaitu *Chloros* artinya hijau dan *phyllos* artinya daun. Ini diperkenalkan tahun 1818, dimana pigmen tersebut diekstrak dari tumbuhan dengan menggunakan pelarut organik. Hans Fischer peneliti klorofil yang memperoleh *Nobel prize winner* pada tahun 1915 berasal dari *Technische Hochschule, Munich Germany*.

Klorofil-a berkaitan erat dengan produktivitas yang ditunjukkan dengan besarnya biomassa fitoplankton yang menjadi rantai pertama makanan ikan pelagis. Menurut Valiela (1984), produktivitas primer perairan pantai melebihi 60% dari produktivitas yang ada di laut. Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil mampu melaksanakan reaksi

fotosintesis dimana air dan karbondioksida dengan adanya sinar matahari dan garam-garam hara yang menghasilkan senyawa seperti karbohidrat. Karena adanya kemampuan untuk membentuk zat organik dari zat anorganik maka fitoplankton disebut sebagai produsen primer. Oleh karena itu kandungan klorofil-a dalam perairan merupakan salah satu indikator tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton atau tingkat kesuburan suatu perairan (Inaku, 2011).

Konsentrasi klorofil-a pada suatu perairan sangat tergantung pada ketersediaan cahaya matahari, bila nutrisi dan intensitas matahari cukup tersedia, maka konsentrasi klorofil-a akan tinggi dan sebaliknya (Effendi, Palloan, & Ihsan, 2012).

Menurut kajian Simon Tubalawony (2007) dalam (Effendi et al., 2012) dalam penelitian yang berjudul klorofil-a dan nutrisi serta interelasinya dengan dinamika massa air di perairan barat Sumatera dan selatan Jawa-Sumbawa, menyebutkan bahwa perairan di daerah tropis umumnya memiliki konsentrasi klorofil-a yang rendah karena keterbatasan nutrisi dan kuatnya stratifikasi kolom perairan akibat pemanasan permukaan perairan yang terjadi hampir sepanjang tahun. Namun berdasarkan pola sebaran konsentrasi klorofil-a secara musiman dan spasial, di beberapa bagian perairan dijumpai konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi yang disebabkan karena terjadinya pengkayaan nutrisi pada lapisan permukaan perairan melalui proses dinamika massa air, diantaranya *upwelling*, pencampuran vertikal serta pola pergerakan massa air yang membawa massa air kaya nutrisi dari perairan sekitarnya.

2.8 Padatan Tersuspensi atau Total Suspended Solid (TSS)

Padatan tersuspensi adalah materi yang mempunyai ukuran lebih besar daripada molekul/ion yang terlarut. Dalam air alam ditemui dua kelompok zat terlarut seperti garam dan molekul organik, padatan tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat, kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/ diameter partikel – partikel (Sumestri & Alaerts, 1984).

Pada umumnya padatan tersuspensi dikenal dengan istilah *Total Suspended Solid* (TSS). Nilai TSS umumnya semakin rendah ke arah laut. Hal ini disebabkan padatan tersuspensi dari daratan melalui aliran sungai. Keberadaan padatan tersuspensi masih bisa berdampak positif apabila tidak melebihi toleransi sebaran suspensi baku mutu kualitas perairan yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup, yaitu 70 mg/L (Helfinalis, 2005).

2.9 Penginderaan Jauh untuk Analisa TSS dan Klorofil-a

Citra satelit merupakan teknologi penginderaan jauh yang dapat menggambarkan secara detail kenampakan di bumi. Salah satu aplikasinya adalah dapat mempelajari kualitas air di perairan terbuka. Kualitas suatu perairan yang dapat dipelajari menggunakan citra satelit diantaranya adalah kandungan klorofil-a dan TSS. Seluruh tubuh perairan secara alami mengandung bahan tersuspensi yang terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik.

Teknologi penginderaan jauh dapat digunakan untuk mendeteksi volume yang besar dari aliran yang memiliki karakteristik spektral yang berbeda dari air di sekitarnya. Kualitas perairan yang memiliki penetrasi cahaya pada daerah tertentu dapat diketahui dengan teknik multispektral. Kekeruhan berakurasi positif dengan TSS. Berikut algoritma TSS yang telah tersedia pada perangkat lunak SeaDAS 7.3.1

$$TSM \left(\frac{mg}{L} \right) = 10^{(a_0 + X \cdot (a_1 + X \cdot (a_2 + X \cdot a_3 + X \cdot (a_4 + X \cdot a_5)))} \quad (2.4)$$

$$X = \log 10 \left(\frac{nLw[1] + nLw[2]}{nLw[4]} \right) \quad (2.5)$$

Keterangan :

nLw = Normal Water Leaving Radiance

$nLw[1]$ = nLw 412 nm

$nLw[2]$ = nLw 443 nm

$nLw[4]$ = nLw 488 nm

a_0 = 0,490330

a_1 = -2,712882

a_2 = 3,412666

a_3 = 8,336478

$$a_4 = 12,111023$$

$$a_5 = -5,961926$$

Penginderaan jauh untuk mengamati klorofil-a tergantung pada bagaimana pigmen tersebut mempengaruhi warna perairan dan atau emisi cahaya dari pigmen itu sendiri. Pigmen seperti klorofil-a memiliki absorpsi yang tinggi pada kanal biru dan merah. Pantulan maksimum terjadi pada kanal hijau, karena klorofil-a tidak menyerap radiasi gelombang elektromagnetik pada saluran ini. Berikut ini algoritma klorofil-a yang telah ada pada perangkat lunak SeaDAS 7.3.1

$$X = \log 10 \left(\frac{Rrs(\lambda_1)}{Rrs(\lambda_2)} \right) \quad (2.6)$$

$$Chl - a = 10^{(a_0 + a_1 + (a_2 X^2) + (a_3 X^3) + (a_4 X^4))} \quad (2.7)$$

Koefisien :

$Rrs(\lambda_1)$: Rrs pada kanal biru (488 nm)

$Rrs(\lambda_2)$: Rrs pada kanal hijau (531 nm)

a_0 : 0,3272

a_1 : -2,9940

a_2 : 2,7218

a_3 : -1,2259

a_4 : -0,5683

2.10 SeaDAS

SeaDAS merupakan perangkat lunak yang komprehensif dalam hal analisis, tampilan, dan kontrol kualitas data *ocean color* yang ditangkap oleh citra satelit. Perangkat lunak SeaDAS khusus dirancang untuk pemenuhan misi pemantauan *ocean color*. Namun SeaDAS sendiri sangat aplikatif dalam analisis banyak data satelit yang memantau bumi.

Visualisasi dari fitur SeaDAS adalah sebagai berikut.

- a. Tampilan citra yang begitu cepat walaupun citra berisi giga piksel.
- b. Manajemen layer yang lebih maju dibanding perangkat lunak lainnya, yang mengizinkan penambahan dan manipulasi dari

overlay data yang berupa citra satelit dari server yang berbeda atau ESRI *Shapefiles*.

- c. Definisi region of interest untuk statistik dan fungsi plotting yang bervariasi.
- d. Perhitungan nilai kanal yang fleksibel menggunakan perhitungan matematika.
- e. Proyeksi yang tervalidasi dan ortho-rektifikasi menjadi proyeksi peta secara umum.
- f. Rektifikasi menggunakan titik-titik GCP yang telah ditentukan sebelumnya.
- g. Pemisahan antara daratan dan perairan untuk data yang ternavigasi.

Dalam penelitian tugas akhir ini, penulis menggunakan perangkat lunak SeaDAS 7.3.1 dalam pengolahan citra satelit MODIS. Penggunaan algoritma untuk perhitungan klorofil-a dan TSS yang dibutuhkan penulis dalam melakukan penelitian ini terdapat dalam perangkat lunak SeaDAS 7.3.1.

2.11 Uji Akurasi

Untuk menguji akurasi dari produk validasi ini, digunakan dua indeks diantaranya, *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE) (Jaelani, Setiawan, et al., 2015). RMSE merupakan salah satu uji akurasi yang paling sering digunakan dalam menafsirkan kesalahan pengukuran dengan menjumlahkan akar kesalahan sebagai fungsi rata – rata kesalahan pengukuran (Willmott & Matsuura, 2005). Nilai *RMS Error* mendekati angka 0 (nol) menunjukkan model semakin baik. Serta NMAE merupakan salah satu uji statistika yang digunakan untuk menafsir akurasi koreksi atmosfer dengan melihat nilai kesalahan normal yang terjadi pada persamaan tersebut dinyatakan dalam satuan (%). Dalam ekstraksi informasi dari metode penginderaan jauh, nilai toleransi NMAE sebesar 30%, sehingga nilai yang diatas tersebut kurang sesuai bila digunakan dalam ekstraksi informasi penginderaan jauh. Adapun rumus RMSE dan NMAE sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{esti,i} - x_{meas,i})^2}{N}} \quad (2.8)$$

$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{x_{esti,i} - x_{meas,i}}{x_{meas,i}} \right| 100 \quad (2.9)$$

Dmana $x_{esti,i}$ dan $x_{meas,i}$ adalah nilai estimasi dan nilai pengukuran, Sedangkan N adalah jumlah data yang digunakan (Jaelani, Matsushita, et al., 2015).

2.12 Penelitian Sebelumnya

Menurut Andini (2015) Persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) di Laut Senunu, Nusa Tenggara Barat dengan menggunakan algoritma OC4-V4 secara temporal dari tahun 2003-2013 secara umum konsentrasi TSS terbilang rendah yaitu <100 mg/l dan berada dibawah ambang batas deteksi (0,5 mg/l). Persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) berdasarkan data *ground truth* dari tahun 2003-2013, secara umum konsentrasi TSS terbilang rendah hanya sebagian stasiun yang memiliki konsentrasi TSS yang tinggi. Konsentrasi TSS tertinggi terjadi pada tahun 2003 dengan rata-rata konsentrasi antara 0,5 – 38 mg/l. Sedangkan konsentrasi TSS terendah terjadi pada tahun 2013 dengan rata-rata konsentrasi antara 0,06 – 0,1 mg/l. Persebaran konsentrasi TSS pada tahun 2003-2013 tidak merata pada setiap stasiun hal ini disebabkan adanya faktor-faktor yang mempengaruhi seperti arus permukaan, angin, waktu pengambilan data dan kondisi fisik perairan.

Menurut Wardani (2012) citra Aqua MODIS memiliki hasil lebih baik dalam melakukan analisa klorofil-a di Perairan Selat Madura. Nilai klorofil rata – rata antara 0,001 – 1,8 mg/m³ di perairan Selat Madura dan sekitarnya.

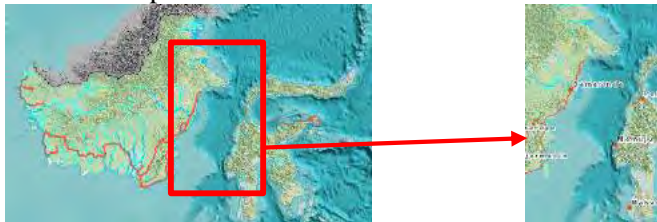
Menurut (Karondia, 2015) algoritma Chl-a dan TSS yang tersedia pada perangkat lunak SeaDAS belum cukup baik untuk digunakan dalam perairan pesisir Indonesia salah satunya Laut Jawa. Tetapi pengukuran nilai spektral pada perairan Pulau Poteran, cukup baik untuk estimasi nilai Chl-a sedangkan pemodelan algoritma TSS tidak dapat digunakan.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas Akhir ini di perairan Selat Makassar. Adapun lokasi penelitian dibatasi oleh koordinat $1^{\circ} 27' 21,6''$ LU - $3^{\circ} 15' 28,8''$ LU dan $116^{\circ} 49' 33,59''$ BT - $122^{\circ} 13' 20,95''$ BT. Selat ini berada diantara pulau Kalimantan dan Sulawesi. Berikut gambaran lokasi penelitian ini.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Perairan Selat Makassar
(Sumber : tanahair.indonesia.go.id)

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Data citra Terra MODIS level 1B tahun 2013

Tabel 3.1 Data Citra Terra MODIS Level 1B Tahun 2013

Waktu Akuisisi	Nama Citra
10 Juni 2013	MOD021KM.A2013161.0200.005.2013161091042.hdf
15 Juni 2013	MOD021KM.A2013166.0220.005.2013166092450.hdf
16 Juni 2013	MOD021KM.A2013167.0300.005.2013167133509.hdf

b. Data citra Aqua MODIS level 1B tahun 2013

Tabel 3.2 data citra aqua MODIS level 1B tahun 2013

Waktu Akuisisi	Nama Citra
11 Juni 2013	MYD021KM.A2013162.0540.005.2013162152615.hdf
15 Juni 2013	MYD021KM.A2013166.0515.005.2013166162741.hdf

- c. Data survei lapangan Ekspedisi Widya Nusantara 2013
- d. Peta Vektor skala 1:1.000.000 dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

3.2.2 Peralatan

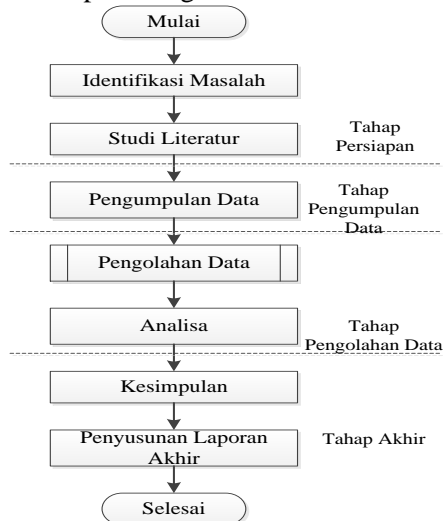
Peralatan yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Perangkat Keras (*Hardware*)
Kapal riset Baruna Jaya VIII – Pusat Oseanografi – LIPI.
- b. Perangkat Lunak (*Software*)
 - i. Ubuntu 15.04
 - ii. SeaDAS 7.3.1
 - iii. ArcGIS 10.0

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Penelitian

Adapun tahap yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah seperti diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut penjelasan tahapan diagram alir dari metode penelitian:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, kegiatan-kegiatan yang dilakukan adalah:

i. Identifikasi Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana cara mengetahui algoritma dengan koreksi atmosfer yang sesuai dengan mengetahui sebaran Klorofil-a dan TSS yang terdapat di perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan menggunakan citra satelit Terra dan Aqua MODIS 2013.

ii. Studi Literatur

Dalam tahap ini dikumpulkan referensi yang dapat digunakan sebagai landasan teori dan melakukan pendalaman teori yang berkaitan dengan penginderaan jauh, koreksi atmosfer, klorofil-a, TSS dan literatur lainnya yang mendukung baik berupa buku, jurnal ilmiah, website, dan lain – lain.

b. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan tahap pengumpulan data meliputi data survei lapangan yang telah dilakukan oleh Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI serta citra satelit Terra dan Aqua MODIS tahun 2013 yang disesuaikan dengan tanggal pengambilan data lapangan.

c. Tahap Pengolahan Data

i. Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data citra satelit Terra dan Aqua MODIS yang nantinya akan dilakukan validasi dengan data yang diperoleh dari survei lapangan (Oseanografi – LIPI). Tahap ini akan dijelaskan di subbab berikutnya.

ii. Analisa

Tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil validasi data citra satelit Terra dan Aqua MODIS dengan data

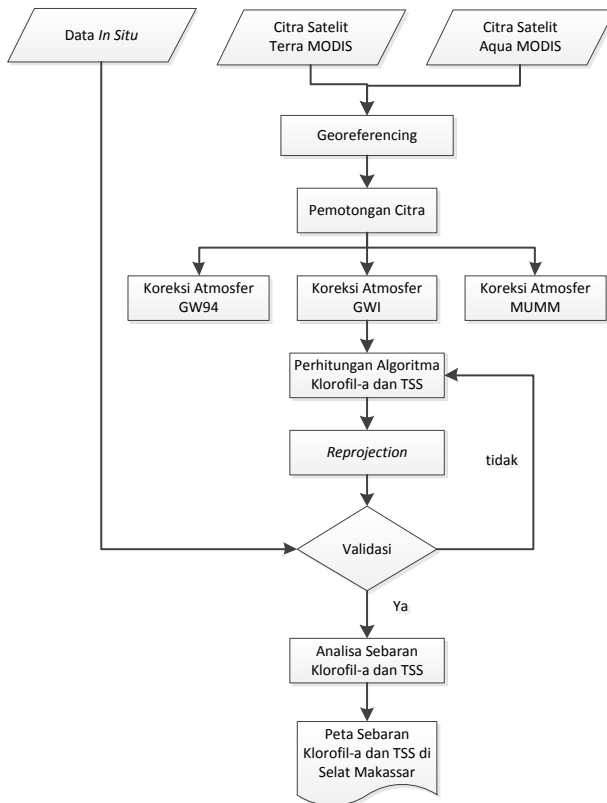
survei lapangan (Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI) dengan uji akurasi RMSE dan NMAE.

d. Tahap akhir

Dalam tahap akhir adalah pembuatan laporan sebagai dokumentasi penelitian dan hasil.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Adapun alur dari tahapan pengolahan data pada penelitian tugas akhir dijelaskan pada gambar 3.3 di bawah ini:



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Keterangan tahapan pengolahan data :

- a. *Georeference*
Dilakukan dalam pemrosesan citra agar sesuai dengan keadaan sebenarnya di bumi.
- b. *Cropping*
Cropping dimaksudkan untuk memotong citra sesuai dengan area penelitian dan mempermudah pemrosesan selanjutnya.
- c. Koreksi Atmosfer
Koreksi atmosfer ini dibutuhkan untuk menghilangkan kesalahan radian yang terekam pada citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer (*path radiance*). Dalam penelitian ini, koreksi atmosfer menggunakan 3 jenis algoritma yang sistem algoritmanya telah tersedia didalam perangkat SeaDAS 7.3.1. Koreksi atmosfer yang digunakan yaitu GW94, GWI dan MUMM.
- d. Perhitungan Algoritma Klorofil-a dan TSS
Perhitungan algoritma klorofil-a dan TSS merupakan algoritma yang telah tersedia dari perangkat lunak SeaDAS 7.3.1 yaitu OC4 untuk klorofil-a dan TSM Swim untuk TSS.
- e. *Reprojection*
Melakukan proses mendatarkan citra yang semula berbentuk lengkung.
- f. Validasi
Validasi dimaksudkan untuk membandingkan hasil perhitungan algoritma terhadap data *in situ* sebagai pembanding. Validasi dilakukan dengan perhitungan nilai RMSE dan NMAE.
- g. Data *in situ*
Data *in situ* berupa data klorofil-a dan TSS yang didapatkan dari pengambilan data di lapangan oleh EWIN 2013 di perairan Selat Makassar. Data *in situ* selanjutnya dijadikan sebagai data acuan dalam memvalidasi hasil pengolahan citra.

- h. Analisa Sebaran Klorofil-a dan TSS
Analisa dilakukan untuk mengetahui persebaran distribusi klorofil-a dan TSS yang terjadi di Selat Makassar, dilanjutkan dengan menghasilkan Peta Sebaran Klorofil-a dan TSS di perairan Selat Makassar.
- i. Tahap Hasil
Pada tahap akhir penelitian ini yaitu :
 - Peta sebaran konsentrasi klorofil-a di Perairan Selat Makassar.
 - Peta sebaran konsentrasi TSS di Perairan Selat Makassar.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Data

Dalam penelitian tugas akhir ini menggunakan citra dengan sensor satelit MODIS Level 1B. Pemilihan citra dimaksudkan karena citra ini memiliki cakupan yang cukup luas, dan mencakup seluruh area penelitian yaitu Perairan Selat Makassar. Citra yang diunduh disesuaikan dengan waktu survei lapangan EWIN 2013. Citra yang digunakan memiliki awan yang cukup banyak, hal ini dikarenakan survei lapangan dilakukan pada musim penghujan. Adapun citra yang digunakan yaitu citra Terra dan Aqua MODIS.

4.1.1 Data Citra Terra MODIS Level 1B

Berikut citra Terra MODIS yang digunakan dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Data Citra Terra MODIS Level 1B

Waktu Akuisisi	Nama Citra
10 Juni 2013	MOD021KM.A2013161.0200.005.2013161091042.hdf
15 Juni 2013	MOD021KM.A2013166.0220.005.2013166092450.hdf
16 Juni 2013	MOD021KM.A2013167.0300.005.2013167133509.hdf

4.1.2 Data Citra Aqua MODIS Level 1B

Citra Aqua MODIS digunakan sebagai citra pembanding dengan citra Terra MODIS. Kedua citra tersebut akan diolah dengan cara yang sama. Berikut citra Aqua MODIS yang digunakan dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Data Citra Aqua MODIS Level 1B

Waktu Akuisisi	Nama Citra
11 Juni 2013	MYD021KM.A2013162.0540.005.2013162152615.hdf
15 Juni 2013	MYD021KM.A2013166.0515.005.2013166162741.hdf

Tabel 4.1 dan 4.2 diatas berupa kumpulan nama – nama citra satelit Terra dan Aqua MODIS pada level 1B yang akan diolah menjadi level 2 menggunakan perangkat lunak SeaDAS 7.3.1

4.1.3 Data Geolokasi Citra Terra dan Aqua MODIS

Data geolokasi ini dibutuhkan sebagai referensi geometrik pada citra Terra dan Aqua MODIS. Setiap citra Terra memiliki geolokasi. Adapun data geolokasi citra Terra dan Aqua MODIS sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data Geolokasi Citra Terra dan Aqua MODIS

Citra	Nama geolokasi
Terra MODIS	MOD03.A2013161.0200.005.2013161085850.hdf
	MOD03.A2013166.0220.005.2013166091709.hdf
	MOD03.A2013167.0300.005.2013167094244.hdf
Aqua MODIS	MYD01.A2013162.0535.005.2013162150648.hdf
	MYD01.A2013166.0510.005.2013166161410.hdf

Tabel diatas berisi kumpulan nama geolokasi dari masing – masing citra Terra dan Aqua MODIS. Citra yang telah diproses georeferensi akan didapatkan citra yang sesuai dengan keadaan sebenarnya di permukaan bumi.

4.1.4 Data Survei Lapangan Ekspedisi Widya Nusantara 2013 (EWIN)

Data survei lapangan dari Ekspedisi Widya Nusantara 2013 (EWIN) berupa data klorofil-a dan TSS sebanyak 20 stasiun yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI dengan menggunakan kapal riset Baruna Jaya VIII yang dioperasikan oleh LIPI sendiri. Ekspedisi ini dilaksanakan pada tanggal 10 -16 Juni 2013 di Perairan Selat Makassar, Sulawesi Selatan. Berikut ini data yang diperoleh dari Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.

Tabel 4.4 Data EWIN 2013 pada 10-16 Juni 2013

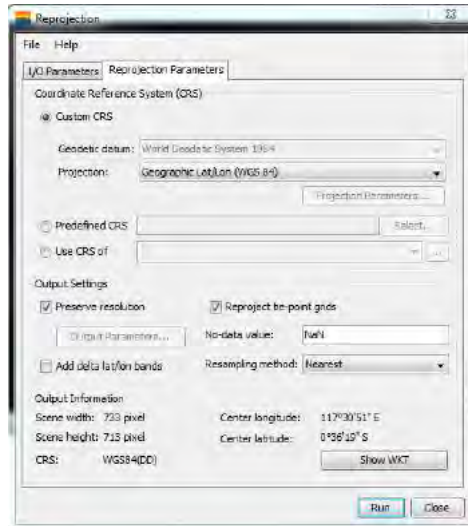
Stasiun	Bujur (<i>Decimal Degrees</i>)	Lintang (<i>Decimal Degress</i>)	Klorofil-a ($\mu\text{g/L}$)	TSS (mg/L)
1	118,5064	-3,0323	0,204	3,00
2	118,3328	-2,5002	0,274	3,33
3	118,3328	-1,9987	0,246	2,67
4	119,0892	-1,4397	0,224	2,13
6	118,4257	-1,2628	0,329	2,00
8	117,7901	-1,0933	0,206	2,13
9	119,3162	-0,8828	0,336	2,88
11	118,7198	-0,5929	0,324	6,88
12	118,4661	-0,4832	0,321	2,00
14	117,9461	-0,0756	0,493	2,00
15	119,5993	-0,2895	0,063	2,38
17	119,0018	-0,0004	0,655	2,38
19	118,4757	-0,2662	0,076	1,75
21	117,9234	-0,5097	0,454	1,75
22	119,5841	-0,4643	0,301	1,50
23	119,2782	-0,6083	0,110	1,88
24	118,9758	-0,7503	0,048	2,00
25	120,0603	-0,8399	0,284	1,63
27	119,5604	0,9446	0,711	1,88
29	119,0890	0,7313	0,388	2,25

4.2 Hasil

4.2.1 *Reprojection* (Reproyeksi)

Reprojection citra satelit dilakukan untuk mendatarkan citra. Sebelum tahap ini, citra telah diolah menggunakan perangkat lunak SeaDAS 7.3.1 yang dijalankan menggunakan OS Linux dengan algoritma yang telah ada didalamnya. Proses

reprojection dilakukan dengan memasukkan sistem proyeksi. Dalam hal ini sistem proyeksi yang digunakan adalah WGS 84 dengan sistem koordinat geografis *Lat/Lon*.

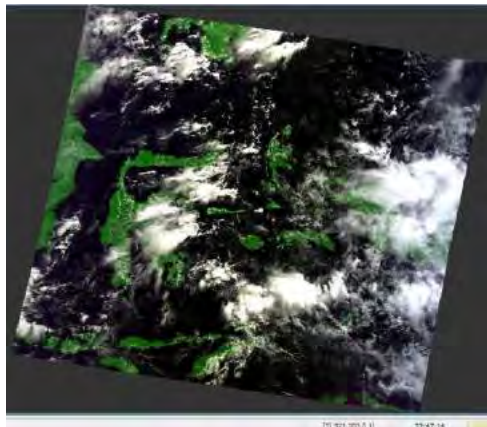


Gambar 4.1 Proses *Input* Sistem Proyeksi pada Citra Terra MODIS

Proses reproyeksi ini dilakukan pada masing-masing *scene* citra yang diolah. Dari gambar dibawah ini terlihat adanya perbedaan antara citra sebelum direproyeksi dengan citra yang sudah terproyeksi.



Gambar 4.2 Citra Sebelum Direproyeksi dengan Kondisi Citra Melengkung.



Gambar 4.3 Citra Setelah Direproyeksi dengan Kondisi Citra Datar.

4.2.2 Cropping (Pemotongan Citra)

Proses pemotongan citra bertujuan untuk mempermudah pengolahan citra selanjutnya. Pemotongan citra berdasarkan

batas cakupan area perairan Selat Makassar. Berikut ini beberapa hasil pemotongan citra. Pemotongan citra dilakukan dengan batas pemotongan yang telah ditentukan. Pemotongan dilakukan pada masing – masing citra



Gambar 4.4 Hasil Citra Setelah Proses *Cropping*.

4.2.3 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik ini dilakukan guna untuk mengoreksi nilai posisi pada citra. Dalam hal ini menggunakan acuan peta vektor dengan skala 1:1.000.000 karena memiliki ketelitian lebih dari citra Terra maupun Aqua MODIS. Proses ini dilakukan dengan meletakkan sebanyak 8 titik. Dengan menempatkan GCP pada citra, didapatkan nilai *RMS Error*. Penempatan GCP pada citra MODIS ini berlaku untuk 5 citra MODIS yang sedang diolah. Penempatan GCP terletak dibagian tepi pulau agar mudah dikenali bentuknya.



Gambar 4.5 Posisi GCP pada Citra MODIS

Adapun batas toleransi nilai kesalahan *RMS Error* adalah ≤ 1 piksel, apabila nilai kesalahan *RMS Error* ≥ 1 piksel maka proses koreksi geometrik harus diulang kembali sampai mendapatkan nilai yang sesuai syarat *RMS Error*. Dibawah ini adalah hasil *RMS Error* dari masing-masing citra, yaitu :

Tabel 4.5 Nilai *RMS Error* pada Citra MODIS

Citra	Akuisisi Citra	RMS Error (piksel)
Terra	10 Juni 2013	0,16636
	15 Juni 2013	0,02754
	16 Juni 2013	0,03458
Aqua	11 Juni 2013	0,04786
	15 Juni 2013	0,00296

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil *RMS Error* ≤ 1 piksel, sehingga hasil koreksi geometrik yang telah dilakukan memenuhi batas toleransi.

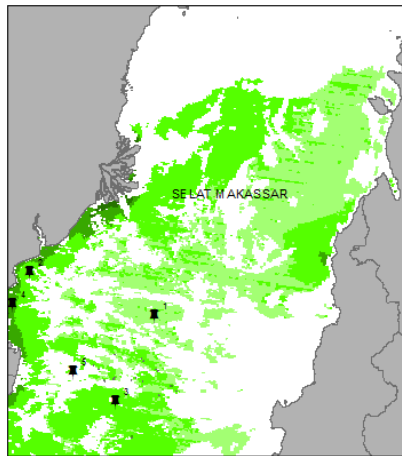
4.2.4 Koreksi Atmosfer

Dalam penelitian ini, koreksi atmosfer menggunakan 3 model koreksi yaitu GW94,GWI,dan MUMM. Koreksi

atmosfer dilakukan menggunakan perangkat lunak SeaDAS 7.3.1 dikarenakan berhasil atau tidaknya algoritma tersebut bergantung pada kondisi badan air.

a. Koreksi Atmosfer Satelit Terra MODIS

Dalam tahapan ini, tiap-tiap *Rrs* (*Remote Sensing Reflectance Surface*) memiliki persebaran stasiun yang sama untuk mengetahui nilai *Rrs* pada masing-masing stasiun. *Rrs* yang dipilih berdasarkan *Rrs* yang peka terhadap klorofil-a maupun TSS. *Rrs* merupakan reflektan yang bisa dianalisa dengan kedalaman maksimal 50 cm dari permukaan air laut. Stasiun yang digunakan sebanyak 5 titik. Berdasarkan dengan memilih area yang tidak terganggu oleh awan yang juga dapat diterapkan pada citra Aqua MODIS.

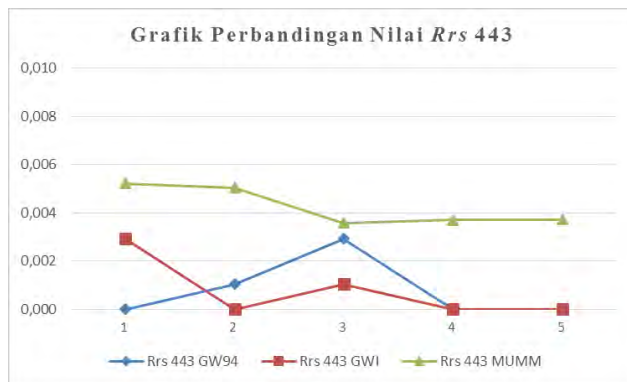


Gambar 4.6 Persebaran Stasiun pada Satelit Terra MODIS.

Berikut adalah hasil nilai *Rrs* pada masing – masing algoritma koreksi atmosfer pada citra Terra MODIS.

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai *Rrs* 443 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer

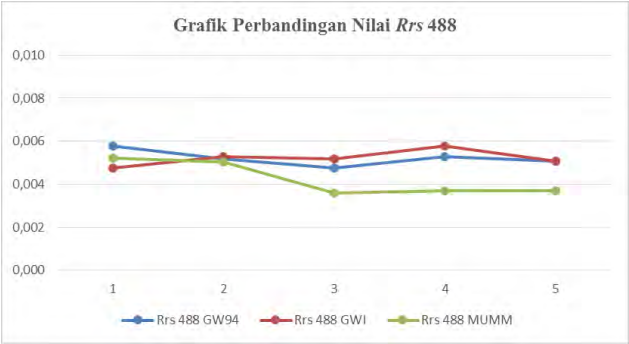
<i>Rrs</i> 443 GW94	<i>Rrs</i> 443 GWI	<i>Rrs</i> 443 MUMM
NAN	0,0029	0,0052
0,0010	NAN	0,0050
0,0029	0,0010	0,0036
NAN	NAN	0,0037
NAN	NAN	0,0037



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Nilai *Rrs* 443

Tabel 4.7 Perbandingan Nilai *Rrs* 488 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer

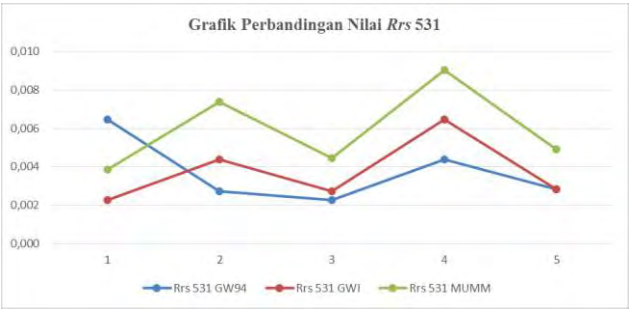
<i>Rrs</i> 488 GW94	<i>Rrs</i> 488 GWI	<i>Rrs</i> 488 MUMM
0,0058	0,0048	0,0052
0,0052	0,0053	0,0050
0,0048	0,0052	0,0036
0,0053	0,0058	0,0037
0,0051	0,0051	0,0037



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Nilai Rrs 488

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Rrs 531 pada Masing-masing Koreksi atmosfer

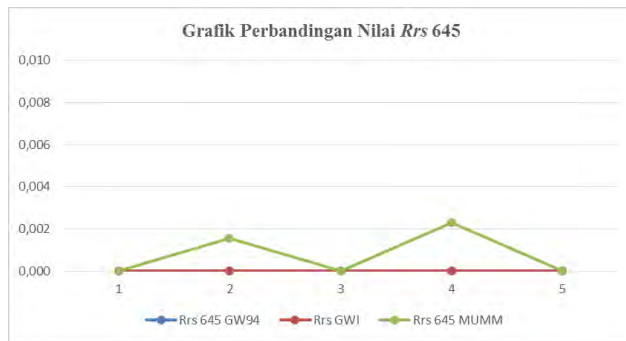
<i>Rrs 531 GW94</i>	<i>Rrs 531 GWI</i>	<i>Rrs 531 MUMM</i>
0,0065	0,0023	0,0039
0,0027	0,0044	0,0074
0,0023	0,0027	0,0045
0,0044	0,0065	0,0090
0,0028	0,0028	0,0049



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Nilai Rrs 531

Tabel 4.9 Perbandingan Nilai *Rrs* 645 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer

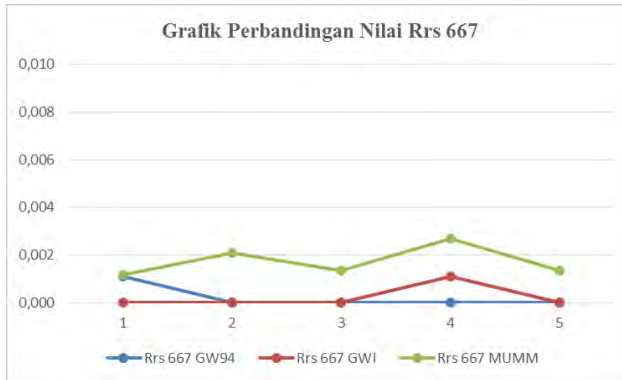
<i>Rrs</i> 645GW94	<i>Rrs</i> 645 GWI	<i>Rrs</i> 645 MUMM
NAN	NAN	NAN
NAN	NAN	0,0016
NAN	NAN	NAN
NAN	NAN	0,0023
NAN	NAN	NAN



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Nilai *Rrs* 645

Tabel 4.10 Perbandingan Nilai *Rrs* 667 Pada Masing-masing Koreksi Atmosfer

<i>Rrs</i> 667 GW94	<i>Rrs</i> 667 GWI	<i>Rrs</i> 667 MUMM
0,0011	NAN	0,0012
NAN	NAN	0,0021
NAN	NAN	0,0014
NAN	0,0011	0,0027
NAN	NAN	0,0014

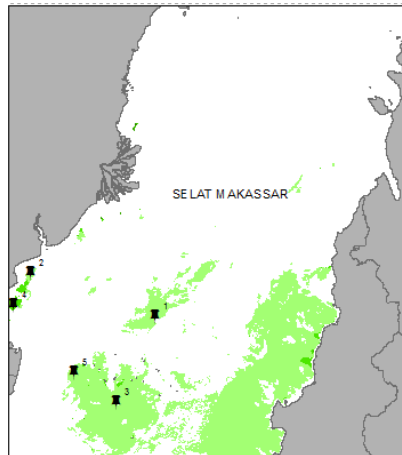


Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Nilai Rrs 667

Tabel – tabel dan grafik – grafik diatas menunjukkan nilai perbandingan nilai Rrs dari beberapa kanal pada satelit Terra MODIS. Terlihat jelas bahwa terdapat perbedaan nilai Rrs pada penggunaan koreksi atmosfer pada masing – masing algoritma. Untuk nilai Rrs 443, 488, dan 531 dapat digunakan dalam mendukung pendugaan klorofil-a maupun TSS sedangkan Rrs 645 dan 667 tidak dapat digunakan. Hal ini dikarenakan nilai Rrs yang tidak sesuai pada umumnya yaitu berkisar antara 0 sampai 1.

b. Koreksi Atmosfer Satelit Aqua MODIS

Dalam tahap ini persebaran titik sampel menggunakan stasiun yang sama dengan satelit terra MODIS. Pemilihan titik sampel sering terkendala karena citra Aqua MODIS ini banyak tertutup awan. Sehingga harus menentukan stasiun yang bersih dari awan pada kedua citra tersebut.

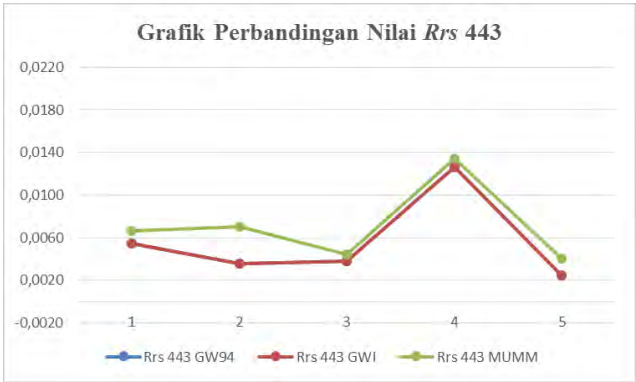


Gambar 4.12 Persebaran Stasiun pada Satelit Aqua MODIS.

Berikut adalah hasil dari nilai Rrs pada tiap-tiap algoritma koreksi atmosfer.

Tabel 4.11 Perbandingan Nilai Rrs 443 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer

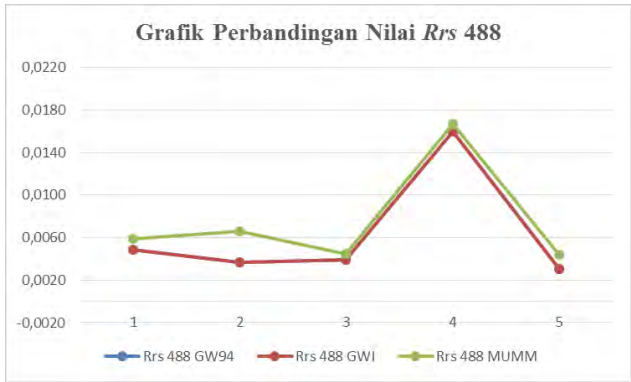
Rrs 443 GW94	Rrs 443 GWI	Rrs 443 MUMM
0,0055	0,0055	0,0066
0,0035	0,0035	0,0070
0,0038	0,0038	0,0045
0,0126	0,0126	0,0134
0,0025	0,0025	0,0041



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Nilai *Rrs* 443

Tabel 4.12 Perbandingan Nilai *Rrs* 488 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer

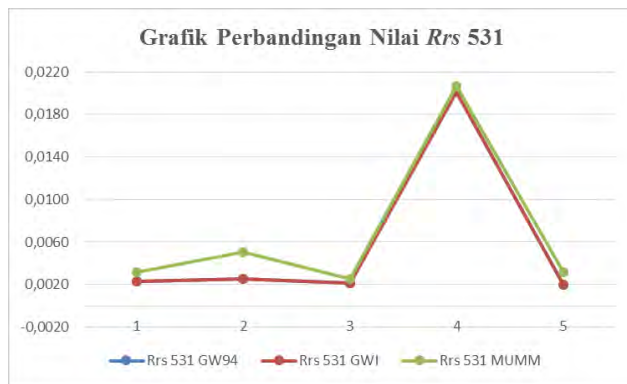
<i>Rrs</i> 488 GW94	<i>Rrs</i> 488 GWI	<i>Rrs</i> 488 MUMM
0,0049	0,0049	0,0059
0,0037	0,0037	0,0066
0,0039	0,0039	0,0045
0,0160	0,0160	0,0167
0,0031	0,0031	0,0044



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Nilai *Rrs* 488

Tabel 4.13 Perbandingan Nilai *Rrs* 488 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer

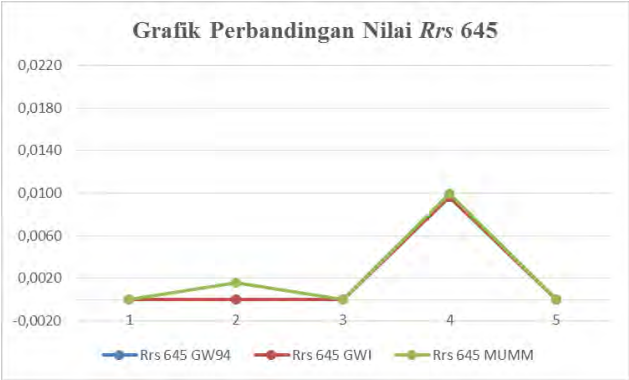
<i>Rrs</i> 531 GW94	<i>Rrs</i> 531 GWI	<i>Rrs</i> 531 MUMM
0,0023	0,0023	0,0031
0,0025	0,0025	0,0050
0,0021	0,0021	0,0026
0,0201	0,0201	0,0206
0,0020	0,0020	0,0031



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Nilai *Rrs* 531

Tabel 4.14 Perbandingan Nilai *Rrs* 645 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer.

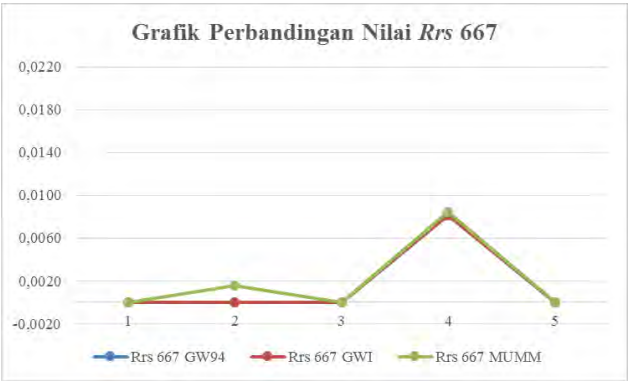
<i>Rrs</i> 645 GW94	<i>Rrs</i> 645 GWI	<i>Rrs</i> 645 MUMM
NAN	NAN	NAN
NAN	NAN	0,0016
NAN	NAN	NAN
0,0096	0,0096	0,0100
NAN	NAN	NAN



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Nilai *Rrs* 645

Tabel 4.15 Perbandingan Nilai *Rrs* 667 pada Masing-masing Koreksi Atmosfer

<i>Rrs</i> 667 GW94	<i>Rrs</i> 667 GWI	<i>Rrs</i> 667 MUMM
NAN	NAN	NAN
NAN	NAN	0,0016
NAN	NAN	NAN
0,0082	0,0082	0,0085
NAN	NAN	NAN



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Nilai *Rrs* 667

Tabel – tabel dan grafik – grafik diatas menunjukkan nilai perbandingan nilai *Rrs* dari beberapa kanal pada satelit Aqua MODIS. Terlihat jelas bahwa terdapat perbedaan nilai *Rrs* pada penggunaan koreksi atmosfer pada masing-masing algoritma. Untuk nilai *Rrs* 443, 488, dan 531 dapat digunakan dalam mendukung pendugaan klorofil-a maupun TSS sedangkan *Rrs* 645 dan 667 tidak dapat digunakan. Hal ini dikarenakan nilai *Rrs* yang tidak sesuai pada umumnya yaitu berkisar antara 0 sampai 1.

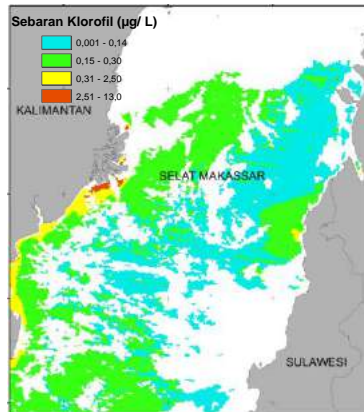
Terlihat pada tabel dan grafik diatas nilai *Rrs* dengan koreksi atmosfer GW 94 dan GWI memiliki nilai yang sama sedangkan pada MUMM tidak.

Berdasarkan tabel dan grafik nilai *Rrs* pada citra Terra maupun Aqua dengan tiga koreksi atmosfer yang berbeda menunjukkan bahwa koreksi atmosfer MUMM memiliki kondisi yang stabil dan sesuai untuk digunakan dalam mendukung pendugaan klorofil-a dan TSS.

4.2.5 Hasil klorofil-a dan TSS

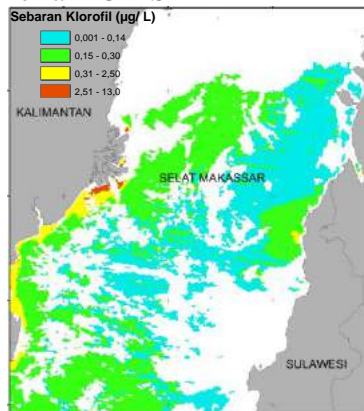
Hasil klorofil-a dan TSS didapatkan dari perhitungan algoritma yang telah ada pada perangkat lunak SeaDAS 7.3.1. Pada penelitian ini menggunakan algoritma OC4 untuk klorofil-a dan algoritma TSM Swim untuk TSS.

- a. Penerapan algoritma klorofil-a pada koreksi atmosfer GW94 untuk citra Terra MODIS



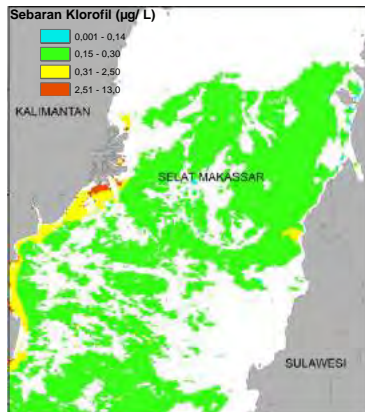
Gambar 4.18 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer GW94

- b. Penerapan algoritma klorofil-a pada koreksi atmosfer GWI untuk citra Terra MODIS



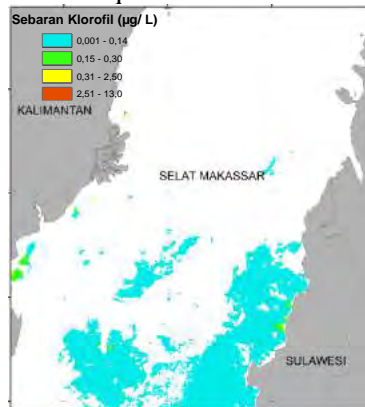
Gambar 4.19 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer GWI

- c. Penerapan algoritma klorofil-a pada koreksi atmosfer MUMM untuk citra Terra MODIS



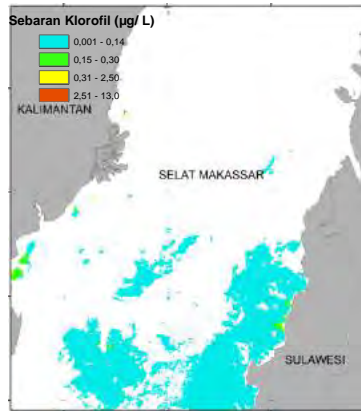
Gambar 4.20 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer MUMM

- d. Penerapan algoritma klorofil-a pada koreksi atmosfer GW94 untuk citra Aqua MODIS



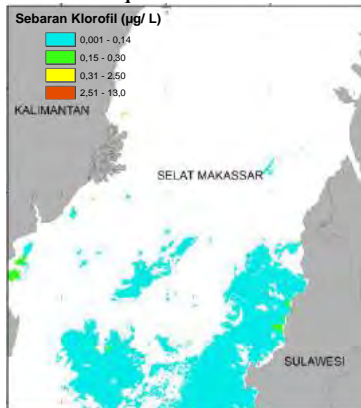
Gambar 4.21 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer GW94

- e. Penerapan algoritma klorofil-a pada koreksi atmosfer GWI untuk citra Aqua MODIS



Gambar 4.22 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer GWI

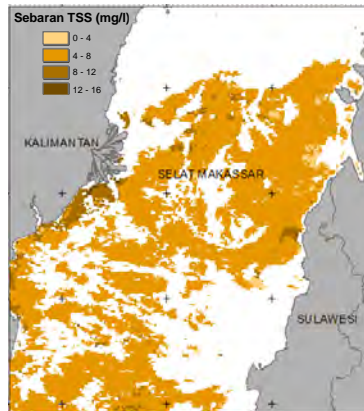
- f. Penerapan algoritma klorofil-a pada koreksi atmosfer MUMM untuk citra Aqua MODIS



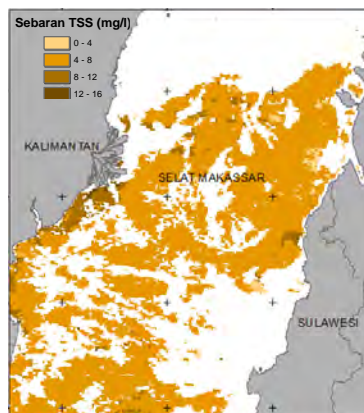
Gambar 4.23 Tampilan Citra Terra MODIS Pada Algoritma OC4 dengan Koreksi Atmosfer MUMM

Dalam menerapkan 3 koreksi atmosfer tersebut didapatkan rentang nilai klorofil-a berdasarkan indeks warna. Dimana pada beberapa gambar diatas didominasi oleh warna biru muda

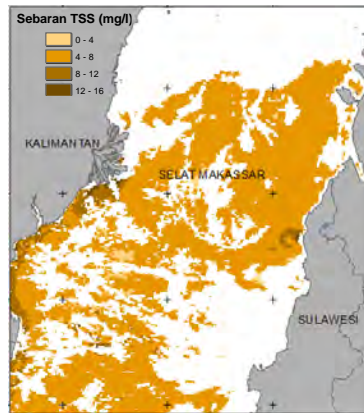
dan hijau menunjukkan bahwa nilai klorofil-a berkisar antara 0,001 – 0,3 $\mu\text{g/l}$. Sedangkan warna putih menunjukkan bahwa perairan tersebut tidak memiliki nilai klorofil-a dikarenakan area tersebut tertutup awan. Sehingga tidak diidentifikasi nilai klorofil-a pada perairan tersebut.



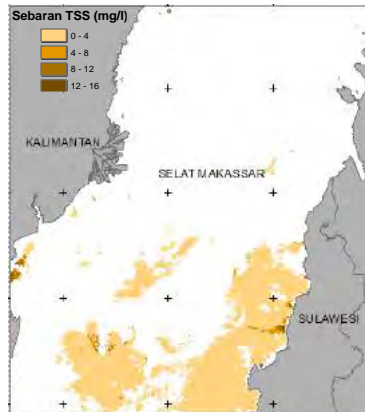
Gambar 4.24 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma TSM Swin dengan Koreksi Atmosfer GW94



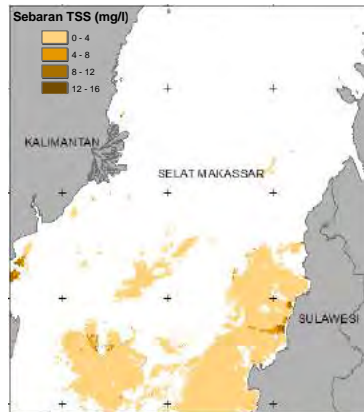
Gambar 4.25 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma TSM Swin dengan Koreksi Atmosfer GW1



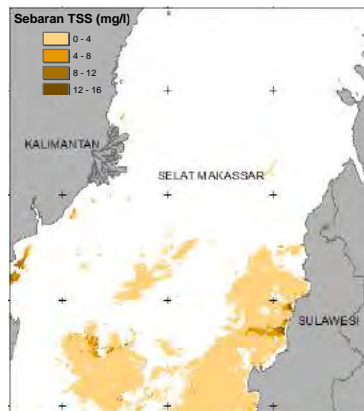
Gambar 4.26 Tampilan Citra Terra MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer MUMM



Gambar 4.27 Tampilan Citra Aqua MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer GW 94



Gambar 4.28 Tampilan Citra Aqua MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer GWI



Gambar 4.29 Tampilan Citra Aqua MODIS pada Algoritma TSM Swim dengan Koreksi Atmosfer MUMM

Dalam menerapkan 3 koreksi atmosfer tersebut didapatkan rentang nilai TSS berdasarkan indeks warna. Dimana pada beberapa gambar diatas didominasi oleh warna coklat muda

menunjukkan bahwa nilai TSS berkisar antara 0-4 mg/l. Sedangkan warna putih menunjukkan bahwa perairan tersebut tidak memiliki nilai klorofil-a dikarenakan area tersebut tertutup awan. Sehingga tidak diidentifikasi nilai klorofil-a pada perairan tersebut.

4.3 Validasi Data *In situ*

Dalam penelitian ini memvalidasi data *in situ* dengan hasil ekstrak citra. Berikut hasil perhitungan klorofil-a dan TSS di perairan Selat Makassar.

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Klorofil-a pada Citra Terra MODIS

Stasiun	Hasil Perhitungan Algoritma			Data <i>in situ</i> ($\mu\text{g/l}$)
	Chl-a GW94 ($\mu\text{g/l}$)	Chl-a GWI ($\mu\text{g/l}$)	Chl-a MUMM ($\mu\text{g/l}$)	
1	0,129	0,129	0,279	0,204
4	0,694	0,694	0,783	0,224
6	0,203	0,203	0,376	0,329
8	0,233	0,233	0,399	0,206
9	0,105	0,105	0,291	0,336
11	0,208	0,208	0,380	0,324
12	0,404	0,404	0,552	0,321
15	0,193	0,193	0,315	0,063
17	0,175	0,175	0,395	0,655
19	0,633	0,633	0,516	0,076
22	0,164	0,164	0,328	0,301
23	0,170	0,170	0,337	0,110
24	0,191	0,191	0,360	0,048
27	0,256	0,256	0,375	0,711
29	0,357	0,357	0,483	0,388

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Klorofil-a pada Citra Aqua MODIS

Stasiun	Hasil Perhitungan Algoritma			Data <i>in situ</i> ($\mu\text{g/l}$)
	Chl-a GW94 ($\mu\text{g/l}$)	Chl-a GWI ($\mu\text{g/l}$)	Chl-a MUMM ($\mu\text{g/l}$)	
1	0,163	0,163	0,184	0,204
6	0,170	0,170	0,307	0,329
24	0,282	0,282	0,308	0,048
27	0,183	0,183	0,282	0,711

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan TSS pada Citra Terra MODIS

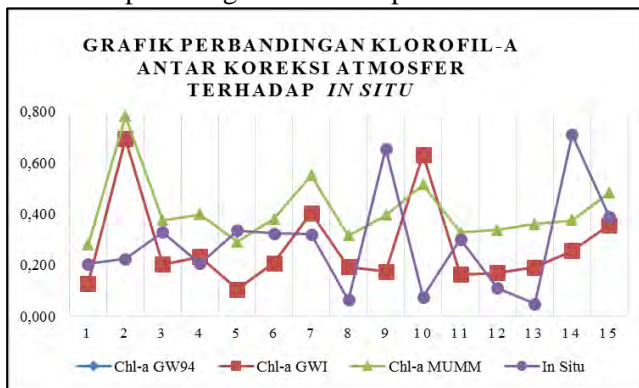
Stasiun	Hasil Perhitungan Algoritma			Data <i>in situ</i> (mg/l)
	TSS GW94 (mg/l)	TSS GWI (mg/l)	TSS MUMM (mg/l)	
1	0,211	0,211	0,428	3,00
6	0,024	0,024	0,156	2,00
8	0,428	0,428	0,461	2,13
9	0,189	0,189	0,410	2,88
11	0,288	0,288	0,525	6,88
12	0,368	0,368	0,627	2,00
15	0,367	0,367	0,564	2,38
17	0,406	0,406	0,450	2,38
22	0,308	0,308	0,547	1,50
23	0,353	0,353	0,676	1,88
24	0,426	0,426	0,705	2,00
27	0,068	0,068	0,116	1,88
29	0,067	0,067	0,134	2,25

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan TSS pada Citra Aqua MODIS

Stasiun	Hasil Perhitungan Algoritma			Data <i>in situ</i> (mg/l)
	TSS GW94 (mg/l)	TSS GWI (mg/l)	TSS MUMM (mg/l)	
1	0,05	0,05	0,09	3,00
6	0,06	0,06	0,25	2,00
24	0,11	0,11	0,10	2,00
27	0,05	0,05	0,13	1,88

4.4 Analisa Hasil Perhitungan Algoritma Klorofil-a Terhadap Data *In situ*

4.4.1 Analisa perhitungan klorofil-a pada citra Terra MODIS



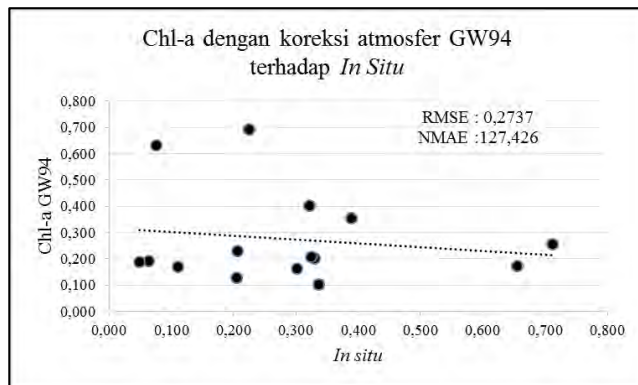
Gambar 4.30 Grafik Hubungan 3 Algoritma Klorofil-a terhadap Data *In situ* pada Citra Terra MODIS

Dari grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa nilai klorofil-a dengan menggunakan koreksi atmosfer GW94 dan GWI memiliki nilai yang sama ditunjukkan dengan 2 kurva yang saling berhimpit, tetapi terhadap data *in situ* terlihat perbedaan yang mencolok. Sedangkan nilai klorofil-a dengan menggunakan koreksi atmosfer MUMM memiliki nilai yang hampir sama dengan klorofil-a yang menggunakan

koreksi atmosfer GW94 dan GWI. Dimana nilai klorofil-a dengan ke tiga koreksi atmosfer tersebut memiliki nilai yang berbeda jauh dengan data *in situ*. Hal ini dikarenakan oleh ketidaksesuaian penggunaan koreksi atmosfer tersebut dan algoritma yang diterapkan dalam estimasi konsentrasi klorofil-a pada perairan lepas di Indonesia.

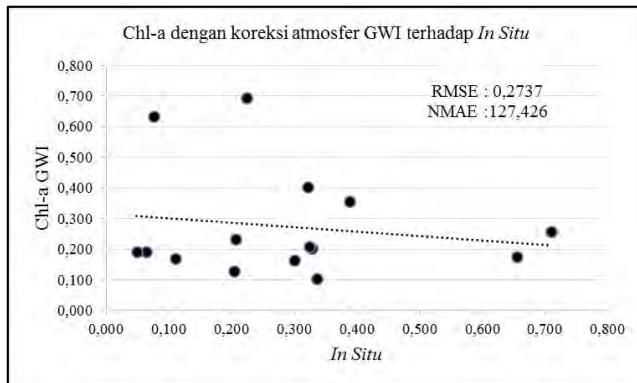
Dalam validasi data *in situ* yang digunakan adalah 15 titik dari 19 titik dikarenakan adanya pengaruh awan dan waktu pengambilan data *in situ* yaitu pada musim penghujan. Hal ini dapat ditunjukkan dengan mengetahui akurasi antar algoritma klorofil-a dengan 3 koreksi atmosfer yang berbeda terhadap data *in situ*. Serta ditunjukkan dengan nilai RMSE dan NMAE dari hasil validasi tersebut. Adapun relasi antar algoritma klorofil-a dengan 3 koreksi atmosfer sebagai berikut.

- a. Analisa akurasi algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer GW94 terhadap data *in situ*.



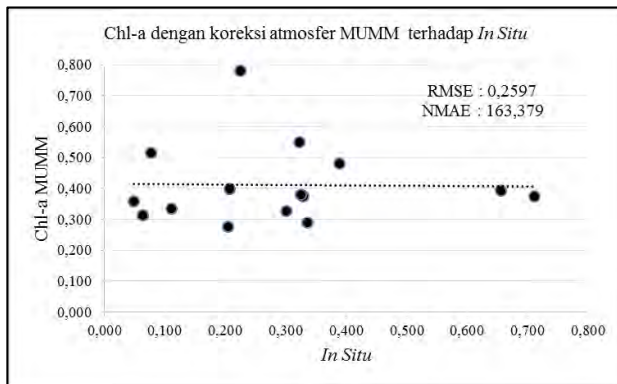
Gambar 4.31 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer GW94 terhadap Data *in situ*.

- b. Analisa akurasi algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer GWI terhadap data *in situ*.



Gambar 4.32 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer GWI dengan Data *in situ*.

- c. Analisa akurasi algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer GW94 terhadap data *in situ*.

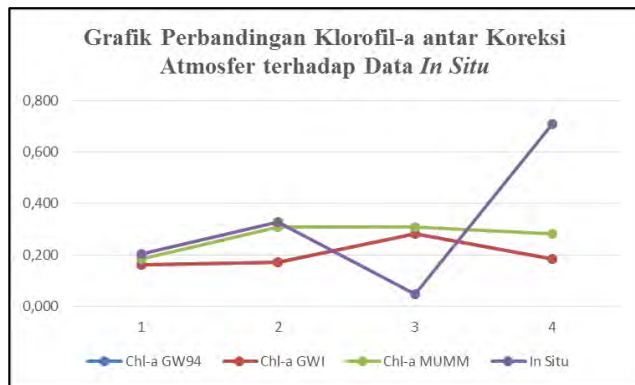


Gambar 4.33 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer MUMM dengan Data *in situ*.

Nilai RMSE antara algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer GW94 dan GWI bernilai 0,2737 dan nilai NMAE keduanya sebesar

127,426%. Sedangkan untuk algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer MUMM memiliki nilai RMSE dan NMAE sebesar 0,2597 dan 163,379%. Dalam hal ini ketiga koreksi atmosfer tersebut tidak cukup baik untuk melakukan perhitungan klorofil-a pada citra Terra MODIS di perairan Selat Makassar. Dikarenakan tidak memenuhi syarat kesesuaian nilai $NMAE \leq 30\%$.

4.4.2 Analisa Perhitungan klorofil-a pada citra Aqua MODIS



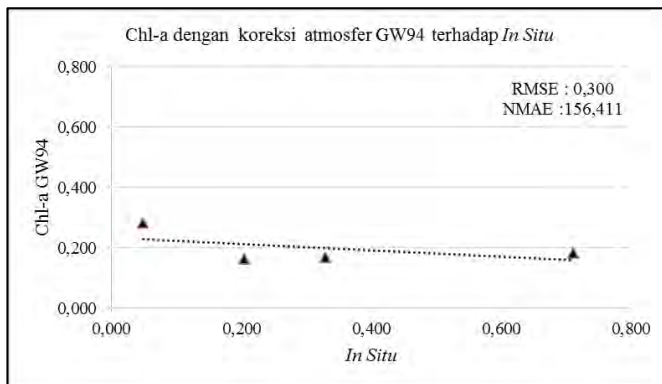
Gambar 4.34 Grafik Hubungan 3 Algoritma Klorofil-a terhadap Data *In situ* pada Citra Aqua MODIS

Dari grafik perbandingan diatas menunjukkan bahwa nilai klorofil-a dengan koreksi atmosfer GW94 dan GWI memiliki nilai yang sama ditunjukkan dengan 2 kurva yang saling berhimpit tetapi terhadap data *in situ* terlihat perbedaan yang mencolok. Sedangkan nilai klorofil-a dengan menggunakan koreksi atmosfer MUMM memiliki nilai yang hampir sama dengan klorofil-a yang menggunakan koreksi atmosfer GW94 dan GWI. Dimana nilai klorofil-a dengan ketiga koreksi atmosfer tersebut memiliki nilai yang berbeda jauh dengan data *in situ*. Hal ini dikarenakan oleh ketidaksesuaian penggunaan koreksi atmosfer tersebut dan

algoritma yang diterapkan dalam konsentrasi klorofil-a pada perairan lepas di Indonesia.

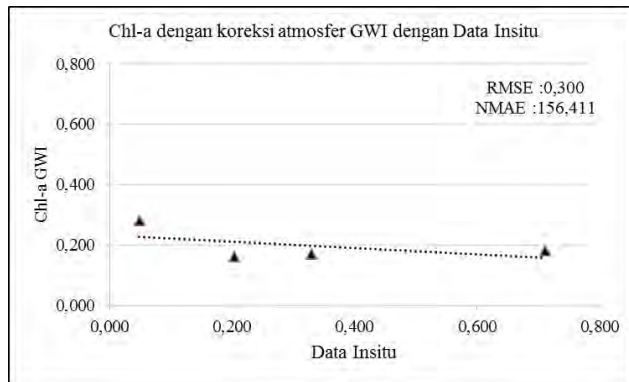
Dalam validasi data *in situ* yang digunakan adalah 4 titik dari 19 titik dikarenakan adanya pengaruh awan yang pekat dan waktu pengambilan data *in situ* yaitu pada musim penghujan, hal ini dapat ditunjukkan dengan mengetahui akurasi antar algoritma klorofil-a dengan 3 koreksi atmosfer yang berbeda terhadap data *in situ*. Serta ditunjukkan dengan nilai RMSE dan NMAE dari hasil validasi tersebut. Adapun relasi antar algoritma klorofil-a dengan 3 koreksi atmosfer sebagai berikut.

- a. Analisa akurasi algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer GW94 terhadap data *in situ*.



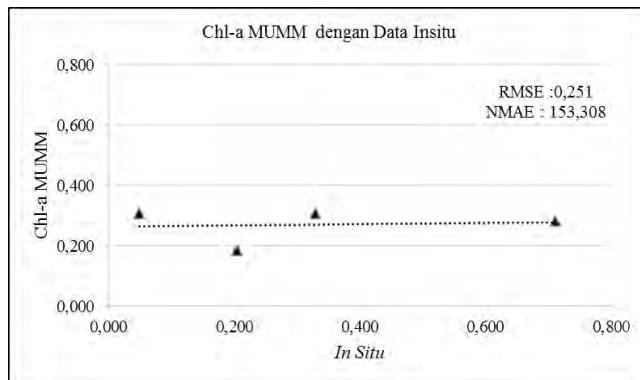
Gambar 4.35 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer GW94 terhadap Data *In situ*.

- b. Analisa akurasi algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer GW94 terhadap data *in situ*.



Gambar 4.36 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer GWI terhadap Data *In situ*.

- c. Analisa akurasi algoritma klorofil-a menggunakan koreksi atmosfer MUMM terhadap data *in situ*.



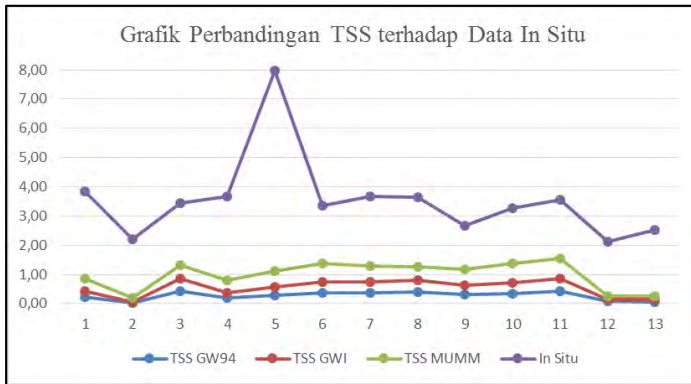
Gambar 4.37 Grafik Relasi Hubungan antara Klorofil-a dengan Koreksi Atmosfer MUMM terhadap Data *In situ*.

Nilai RMSE antara algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer GW94 dan GWI bernilai 0,300 dan nilai NMAE keduanya sebesar 156,411%. Sedangkan algoritma klorofil-a dengan koreksi atmosfer MUMM memiliki nilai RMSE dan

NMAE sebesar 0,251 dan 153,308%. Dalam hal ini ketiga koreksi atmosfer tersebut tidak cukup baik untuk melakukan perhitungan klorofil-a menggunakan citra Aqua MODIS pada perairan Selat Makassar. Dikarenakan tidak memenuhi syarat kesesuaian nilai $NMAE \leq 30\%$.

4.5 Analisa Hasil Perhitungan Algoritma TSS terhadap Data In situ.

4.5.1 Analisa hasil perhitungan TSS pada Citra Terra MODIS

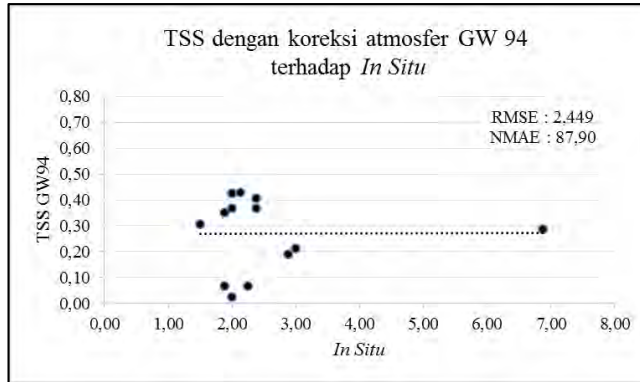


Gambar 4.38 Grafik Perbandingan TSS terhadap Data In Situ pada Citra Terra MODIS

Berdasarkan grafik diatas, nilai estimasi konsentrasi TSS yang dihasilkan oleh koreksi atmosfer GW94 dan GWI memiliki nilai yang mendekati sama, namun berbeda jauh dengan hasil data *in situ*. Begitu juga hasil yang didapatkan dari koreksi atmosfer MUMM hampir berimpit dengan hasil koreksi atmosfer GW94 dan GWI. Tetapi nilai TSS dengan 3 koreksi atmosfer tersebut masih jauh dengan data *in situ*. Hal tersebut dapat dilihat dengan menghitung nilai RMSE dan NMAE antar algoritma dengan 3 koreksi atmosfer yang berbeda terhadap data *in situ*. Dimana data *in situ* sebagai

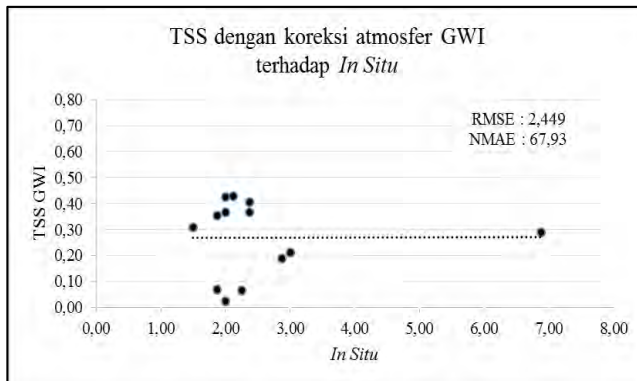
acuan. Adapun akurasi 3 algoritma koreksi atmosfer sebagai berikut.

- a. Analisa akurasi algoritma TSS dengan koreksi atmosfer GW94 terhadap data *in situ*.



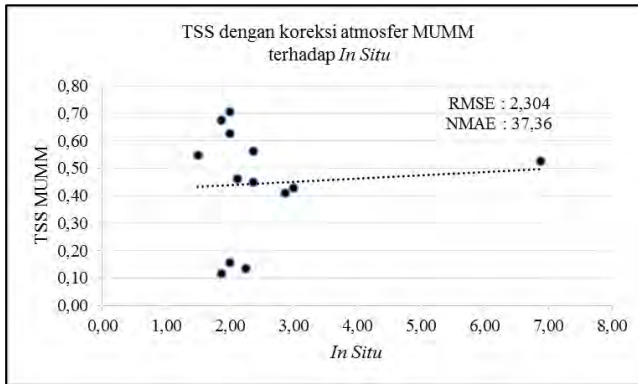
Gambar 4.39 Grafik Relasi Hubungan antara TSS dengan Koreksi Atmosfer GW94 terhadap Data *In situ*.

- b. Analisa akurasi algoritma TSS dengan koreksi atmosfer GWI terhadap data *in situ*.



Gambar 4.40 Grafik Relasi Hubungan Antara TSS dengan Koreksi Atmosfer GWI terhadap Data *In situ*.

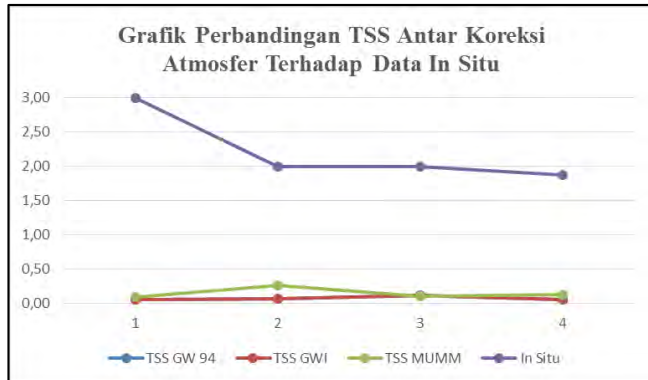
- c. Analisa akurasi algoritma TSS dengan koreksi atmosfer MUMM terhadap data *in situ*.



Gambar 4.41 Grafik Relasi Hubungan antara TSS dengan Koreksi Atmosfer MUMM dengan Data *In situ*.

Nilai RMSE algoritma TSS dengan koreksi atmosfer GW94 dan GWI bernilai 2,449 dan nilai NMAE sebesar 67,93%. Sedangkan untuk algoritma TSS dengan koreksi atmosfer MUMM memiliki nilai RMSE dan NMAE sebesar 2,304 dan 37,36%. Dalam hal ini ketiga koreksi atmosfer tersebut tidak cukup baik untuk citra Terra MODIS dalam melakukan perhitungan TSS pada perairan Selat Makassar. Dikarenakan tidak memenuhi syarat kesesuaian nilai $NMAE \leq 30\%$.

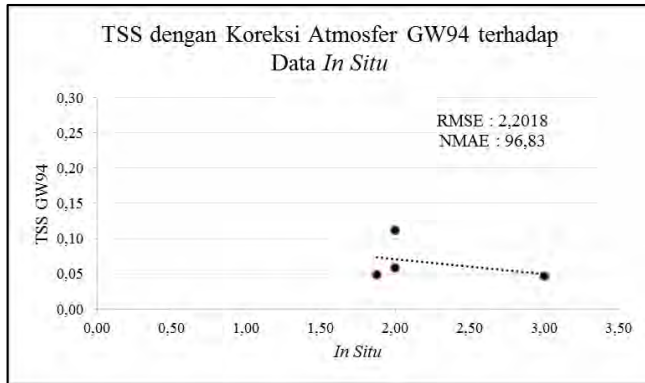
4.5.2 Analisa hasil perhitungan TSS pada Citra Aqua MODIS



Gambar 4.42 Grafik Perbandingan TSS antar Koreksi Atmosfer terhadap Data *In situ* pada Citra Aqua MODIS

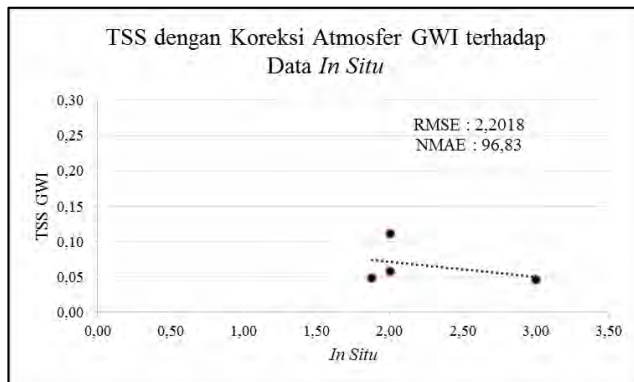
Berdasarkan grafik diatas, nilai estimasi konsentrasi TSS yang dihasilkan oleh koreksi atmosfer GW94, GWI, dan MUMM memiliki nilai yang mendekati sama, terlihat pada grafik ketiga kurva saling berhimpit, namun berbeda jauh dengan data *in situ*. Hal tersebut dapat dilihat dengan menghitung nilai RMSE dan NMAE antar algoritma dengan 3 koreksi atmosfer yang berbeda terhadap data *in situ*. Dimana data *in situ* sebagai acuan. Adapun akurasi 3 algoritma koreksi atmosfer sebagai berikut.

- a. Analisa akurasi algoritma TSS dengan koreksi atmosfer GW94 terhadap data *in situ*.



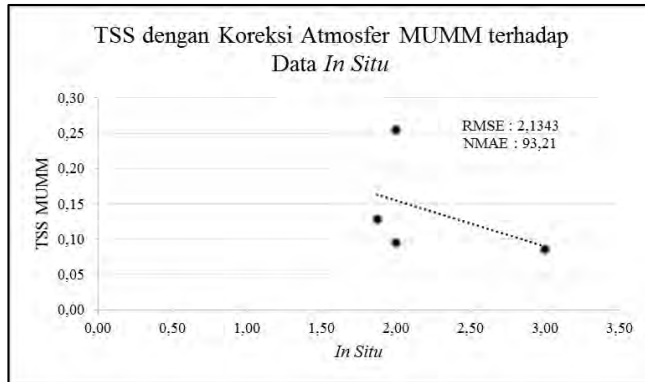
Gambar 4.43 Grafik Relasi Hubungan Antara TSS dengan Koreksi Atmosfer GW94 terhadap Data *In situ*

- b. Analisa akurasi algoritma TSS dengan koreksi atmosfer GWI terhadap data *in situ*.



Gambar 4.44 Grafik Relasi Hubungan Antara TSS dengan Koreksi Atmosfer GWI terhadap Data *In situ*

- c. Analisa akurasi algoritma TSS dengan koreksi atmosfer GW94 terhadap data *in situ*.



Gambar 4.45 Grafik Relasi Hubungan Antara TSS dengan Koreksi Atmosfer MUMM terhadap Data *In situ*

Nilai RMSE algoritma TSS dengan koreksi atmosfer GW94 dan GWI bernilai 2,2018 dan nilai NMAE sebesar 96,83%. Sedangkan untuk algoritma TSS dengan koreksi atmosfer MUMM memiliki nilai RMSE dan NMAE sebesar 2,1343 dan 93,21%. Dalam hal ini ketiga koreksi atmosfer tersebut tidak cukup baik untuk citra Terra MODIS dalam melakukan perhitungan TSS pada perairan Selat Makassar. Dikarenakan tidak memenuhi syarat kesesuaian nilai $NMAE \leq 30\%$.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

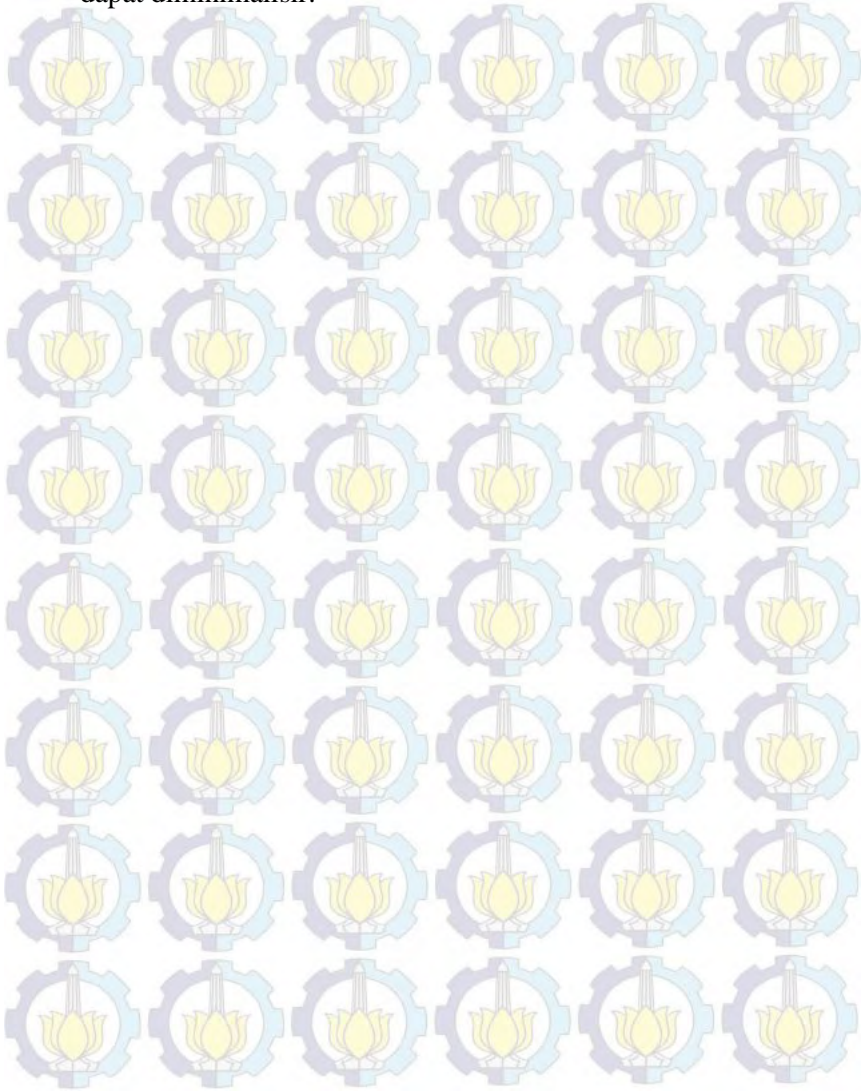
- a. Koreksi atmosfer yang terbaik dalam pendugaan konsentrasi klorofil-a yaitu koreksi atmosfer MUMM. Didukung dengan nilai NMAE sebesar 158,34% untuk klorofil-a. Serta nilai NMAE untuk TSS sebesar 65,29%.
- b. Berdasarkan hasil pemetaan klorofil-a dan TSS pada perairan Selat Makassar dihasilkan nilai NMAE sebesar 158,34% untuk klorofil-a. Sedangkan untuk TSS dihasilkan nilai NMAE sebesar 65,26%. Hal tersebut menunjukkan bahwa algoritma empiris pada SeaDAS 7.3.1 tersebut tidak dapat diterapkan pada Selat Makassar.
- c. Sebaran klorofil-a pada citra Terra MODIS dengan 3 koreksi atmosfer yang berbeda memiliki nilai terendah sebesar 0,105 $\mu\text{g/l}$ dan tertinggi sebesar 0,783 $\mu\text{g/l}$. Serta klorofil-a pada citra Aqua MODIS memiliki nilai terendah 0,163 $\mu\text{g/l}$ dan tertinggi 0,308 $\mu\text{g/l}$. Sedangkan sebaran TSS pada citra Terra MODIS memiliki nilai terendah sebesar 0,02 mg/l dan tertinggi sebesar 6,88 mg/l . Begitu juga pada citra Aqua MODIS, sebaran nilai TSS terendah sebesar 0,05 mg/l dan tertinggi 0,25 mg/l .

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

- a. Studi lebih lanjut tentang algoritma estimasi konsentrasi klorofil-a dan TSS untuk perairan Indonesia.
- b. Studi algoritma koreksi atmosfer yang tepat untuk perairan Indonesia.
- c. Pengambilan data insitu sebaiknya dilakukan pada musim kemarau, hal ini berpengaruh terhadap kualitas citra yang akan digunakan agar tidak banyak tertutup awan. Sehingga

distorsi dalam mengestimasi konsentrasi klorofil-a dan TSS dapat diminimalisir.



DAFTAR PUSTAKA

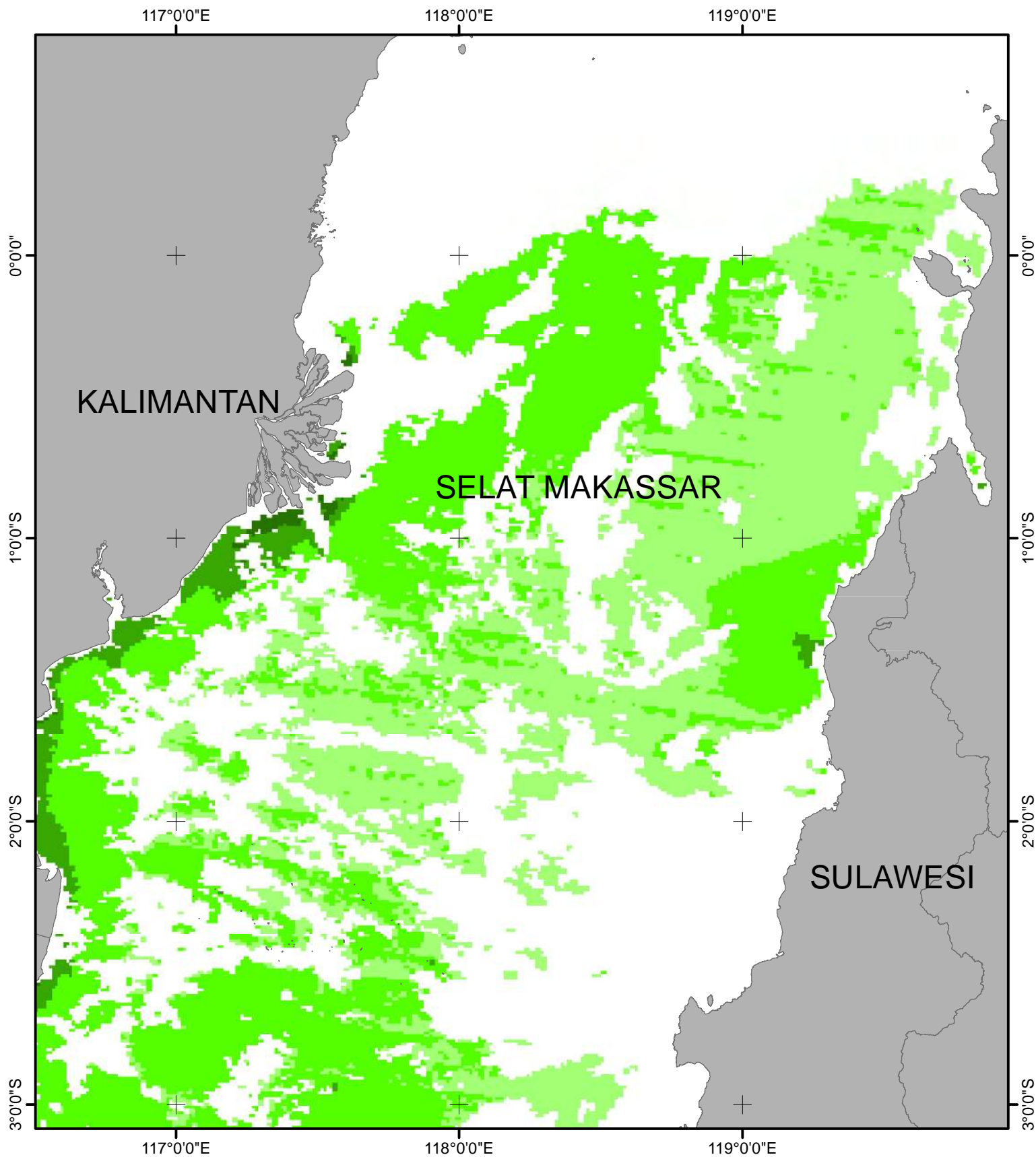
- Andini, V. M. (2015). Studi Persebaran Total Suspended Solid Menggunakan Citra Aqua MODIS di Laut Senunu, Nusa Tenggara Barat. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika - ITS.
- Arozaq, M. (2012). Penginderaan Jauh (Remote Sensing).
- Aryawati, R., & Thoha, H. (2011). Hubungan Kandungan Klorofil-A dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Berau Kalimantan Timur, 02, 89–94.
- C., G., C, J., & T, S. (2013). *Evaluation of Four Atmospheric Correction Algorithms for MODIS Aqua Images Over Contrasted Coastal Water. Remote Sensing of Environment*, 63-75.
- Divisions, O. S. A. (2012). *Processing of Oceansat-2 Ocean Colour Monitor Data using SeaDAS. Hyderabad: Indian Space Research Organisation.*
- Effendi, R., Palloan, P., & Ihsan, N. (2012). Analisis Konsentrasi Klorofil-A di Perairan Sekitar Kota Makassar Menggunakan Data Satelit Topex / Poseidon. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 8, 279–285.
- Helfinalis. (2005). Kandungan *Total Suspended Solid* dan Sedimen Dasar di Perairan Panimbang . *Sainsm*.
- Ho, K. (2009). *An Enthnography of Wall Street*. UK: Duke University Press.
- Inaku, D. F. (2011). Analisis Pola Sebaran dan Perkembangan Area Upwelling di Bagian Selatan Perairan Selat Makassar. Institut Pertanian Bogor.
- Jaelani, L. M., Matsushita, B., Yang, W., & Fukushima, T. (2015). *An Improved Atmospheric Correction Algorithm for Applying MERIS Data to Very Turbid Inland Waters. International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 39, 128–141. <http://doi.org/10.1016/j.jag.2015.03.004>
- Jaelani, L. M., Setiawan, F., & Matsushita, B. (2015). Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat Menggunakan Data *In*

- situ* di Danau Kasumigaura , Jepang. Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Penginderaan Jauh Indonesia, 9–16. <http://doi.org/10.13140/RG.2.1.4002.8003>
- Karondia, L. A. (2015). Validasi Algoritma Estimasi Total Suspended Solid dan Chl-a pada Citra Satelit Aqua MODIS dan Terra MODIS dengan Data In - Situ (Studi Kasus : Laut Utara Pulau Jawa. Surabaya: Jurusan Teknik Geomatika.
- Konecny. (2003). *Geoinformation : Remote Sensing, Photogrammetry, and Geographic Information Systems*. CRC Press.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation* (5 ed.). New York: Wiley.
- Muswerry, M. (2013). Kumpulan Hasil Penelitian Tahun 2013. Jakarta.
- NASA. (2015, December 15). *MODIS.gsfc.nasa.gov*. Diambil kembali dari <http://MODIS.gsfc.nasa.gov>
- Ocean Sciences Divisions, AOSG/ECSA. (2012). *Processing of Oceansat-2 Ocean Colour Monitor Data using SeaDAS*. Hyderabad: Indian Space Research Organisation.
- Puntodewo, A., Dewi, S., & Tarigan, J. (2003). Penginderaan Jauh. Dalam Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam (hal. 92-93). Jakarta: Center for International Forestry Research.
- Sumestri, S., & Alaerts, G. (1984). Metode Penelitian Air. Surabaya: Usaha Nasional.
- Surini, R. (2012). Laporan Penginderaan Jauh. Dipetik October 20, 2015, dari <http://pengertian-definisi.makalah.blogspot.co.id/2011/09/radiasi-elektromagnetik-sistem.html>
- Tjokrosoewarno. (1979). Dasar - dasar Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*). Bandung: Departemen Geodesi Fakultas Teknik

Sipil dan Perencanaan, ITB.

Willmott, C. J., & Matsuura, K. (2005). *Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. Climate Research, 30, 79–82.*

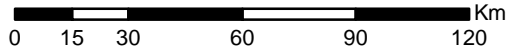
Wardani, R. T. (2012). *Analisa Perbandingan Persebaran Konsentrasi Klorofil Antara Citra Satelit Terra dan Aqua MODIS Ditinjau dari Suhu Permukaan Laut dan Muatan*



**PETA SEBARAN KLOROFIL-A
DENGAN KOREKSI ATMOSFER GW 94
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Terra MODIS
Data Insitu : LIPI

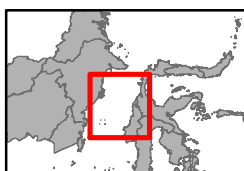
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)

0,01 - 0,14 0,31 - 2,50
0,15 - 0,30 2,51 - 13,0

INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

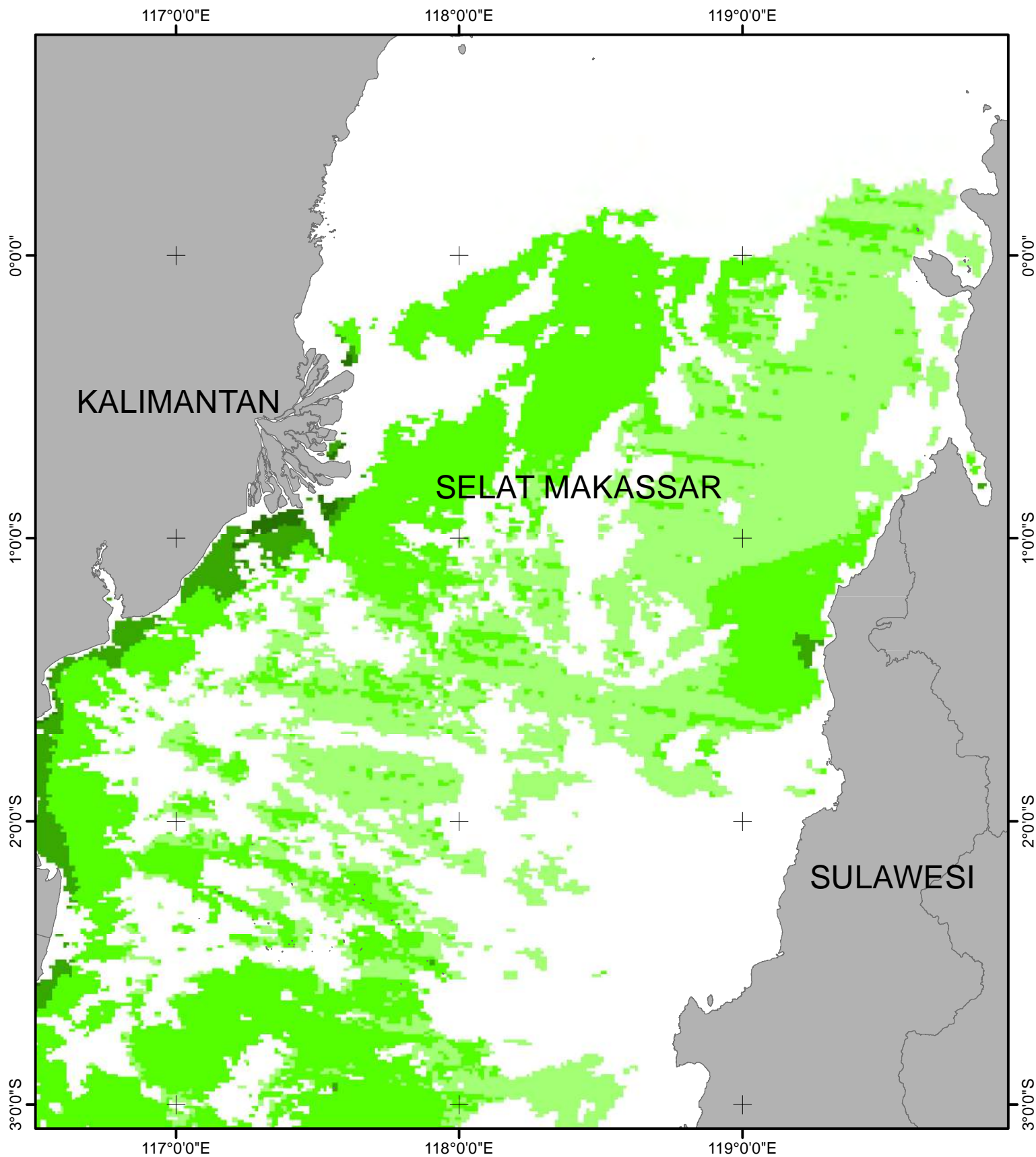
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

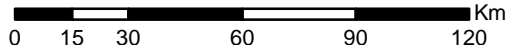




**PETA SEBARAN KLOROFIL-A
DENGAN KOREKSI ATMOSFER GWI
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Terra MODIS
Data Insitu : LIPI

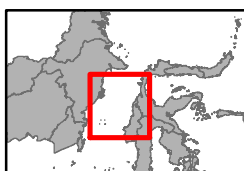
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)

0,01 - 0,14 0,31 - 2,50
0,15 - 0,30 2,51 - 13,0

INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

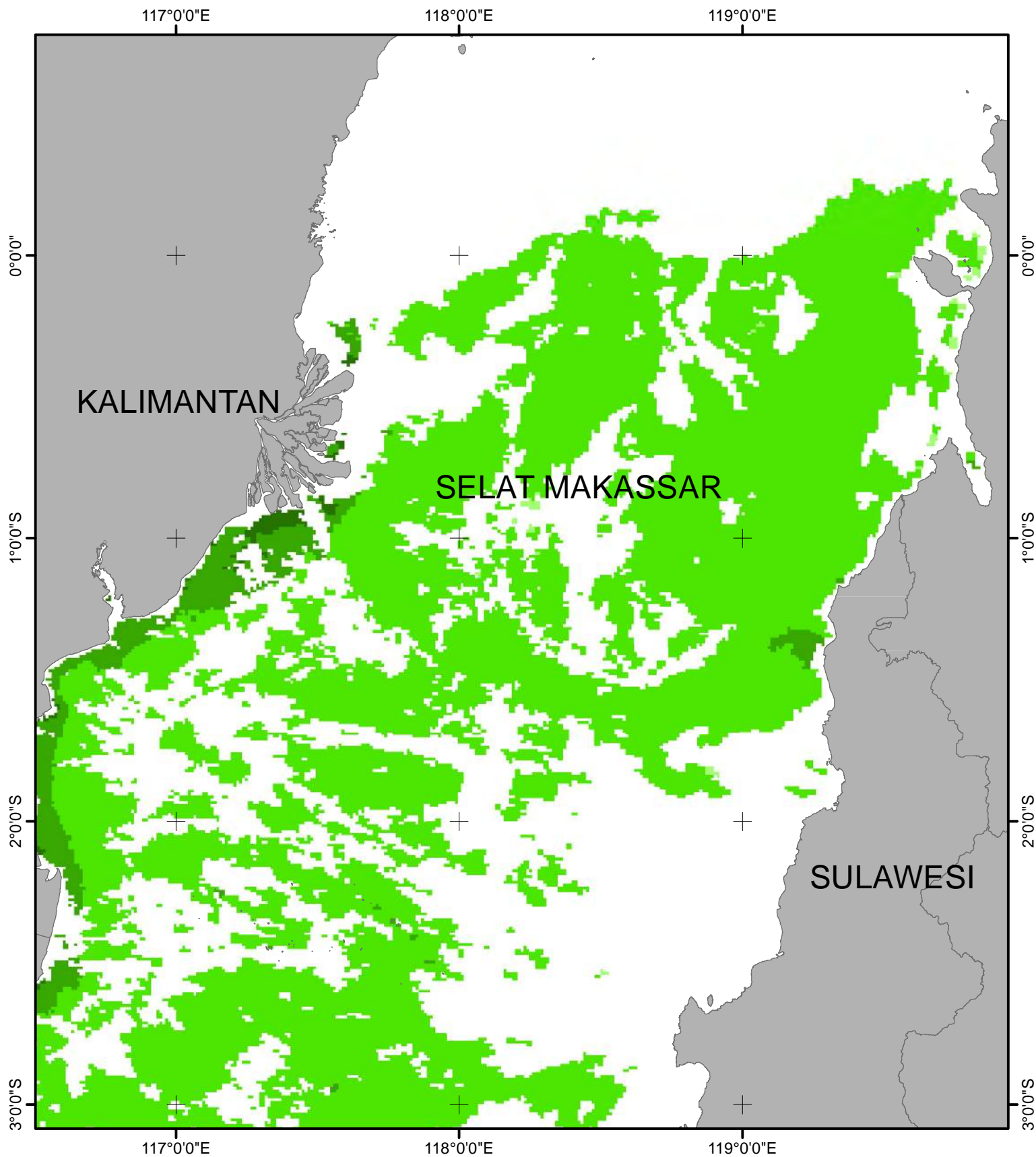
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

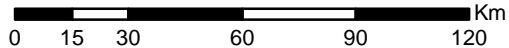




**PETA SEBARAN KLOROFIL-A
DENGAN KOREKSI ATMOSFER MUMM
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Terra MODIS
Data Insitu : LIPI

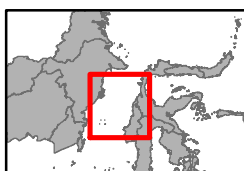
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)

0,01 - 0,14 0,31 - 2,50
0,15 - 0,30 2,51 - 13,0

INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

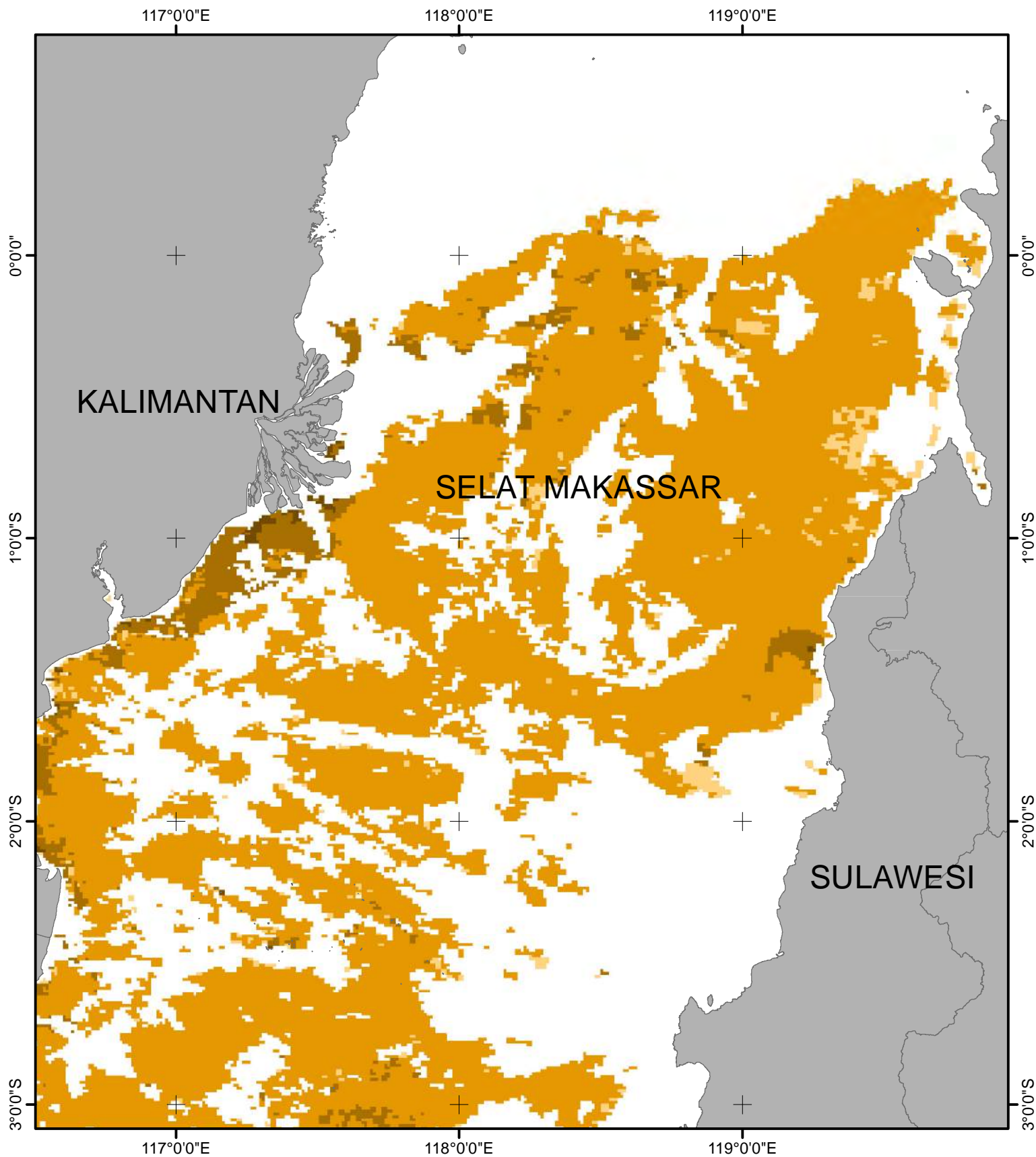
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

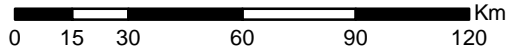




**PETA SEBARAN TSS
DENGAN KOREKSI ATMOSFER GW 94
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Terra MODIS
Data Insitu : LIPI

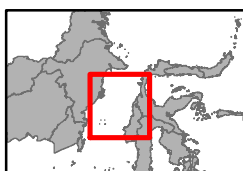
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran TSS (mg/l)



INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

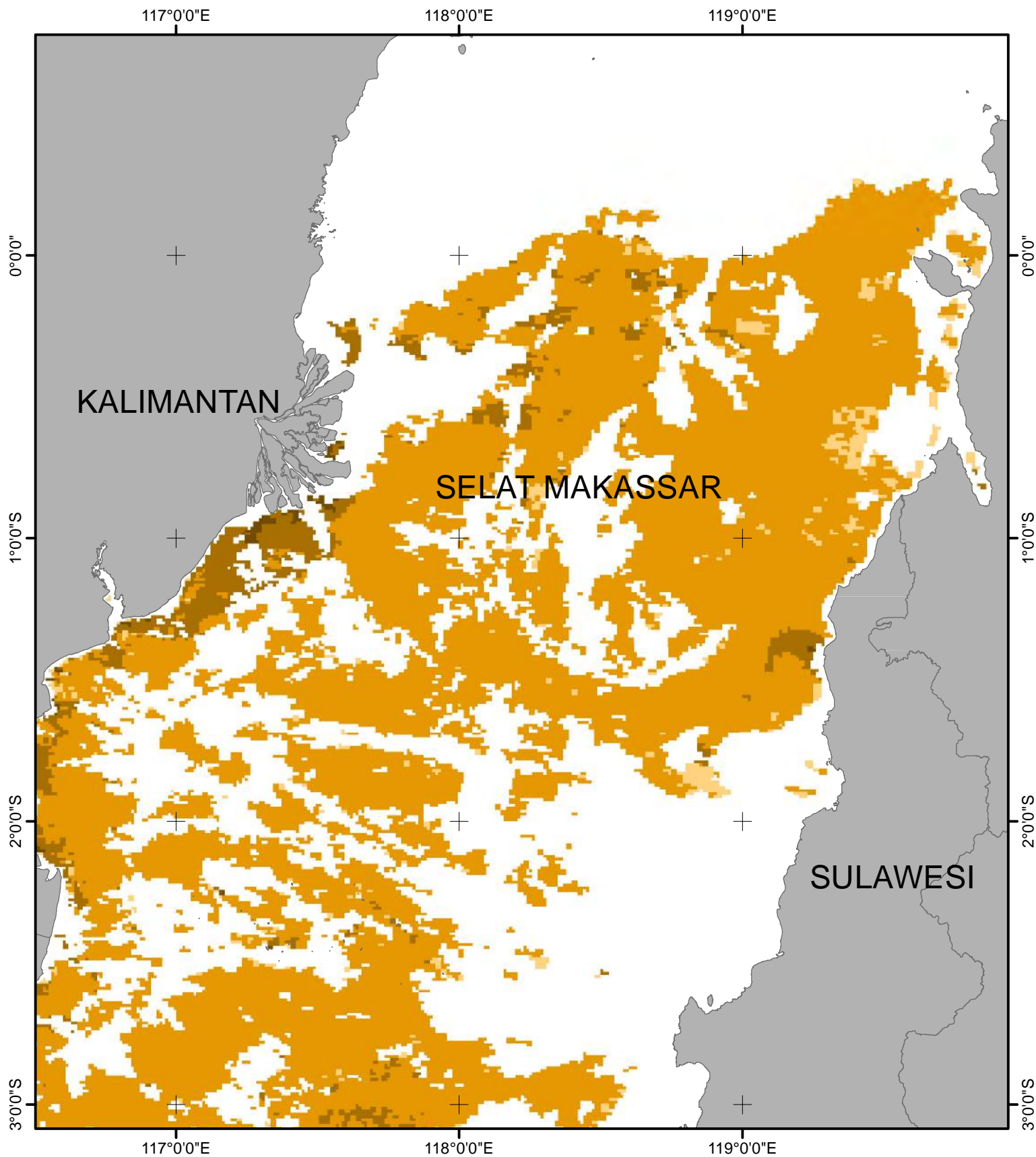
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

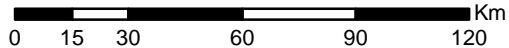




**PETA SEBARAN TSS
DENGAN KOREKSI ATMOSFER GWI
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Terra MODIS
Data Insitu : LIPI

LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran TSS (mg/l)



INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

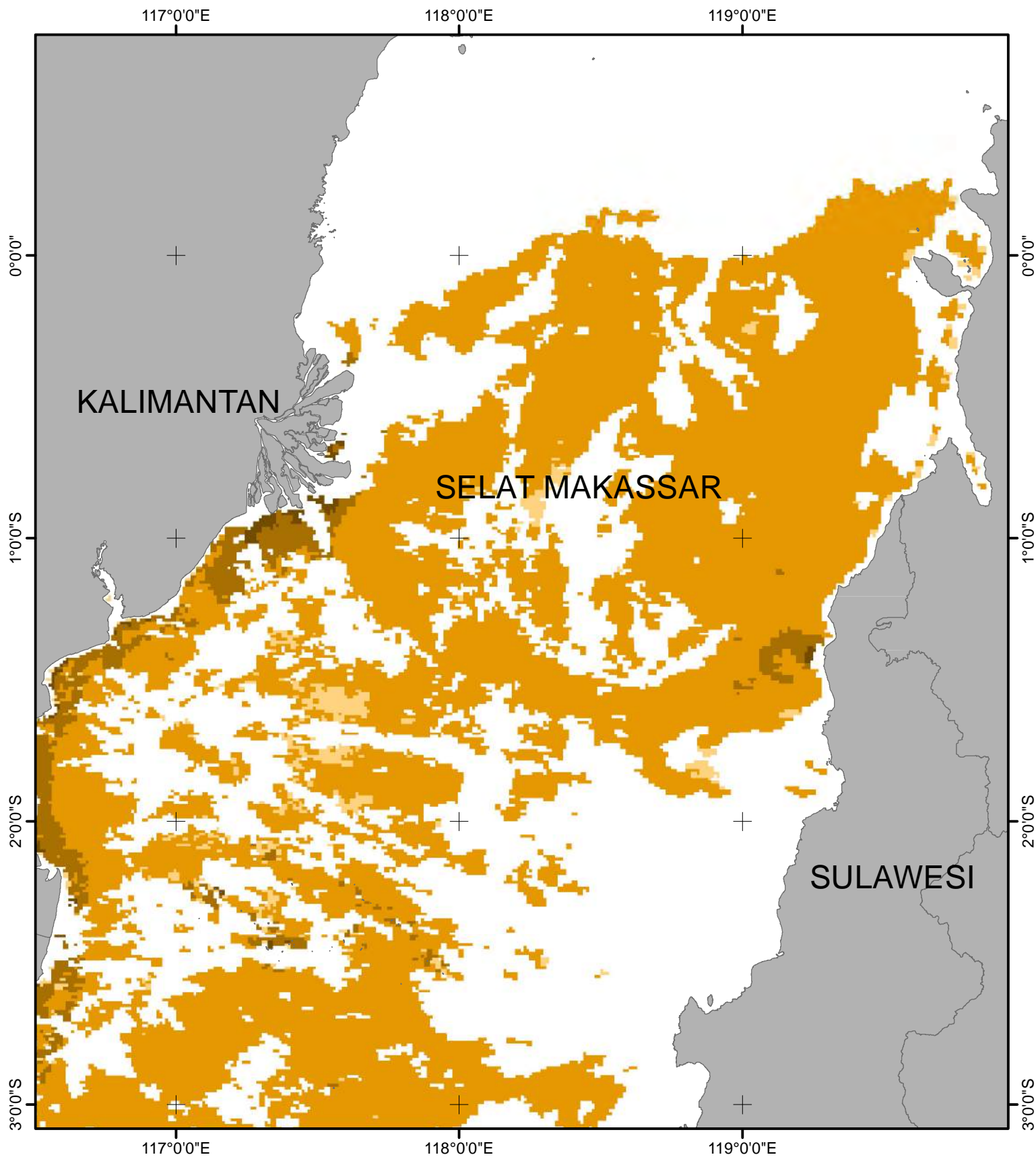
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

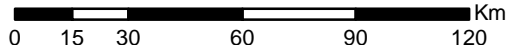




**PETA SEBARAN TSS
DENGAN KOREKSI ATMOSFER MUMM
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Terra MODIS
Data Insitu : LIPI

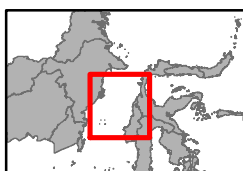
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran TSS (mg/l)



INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

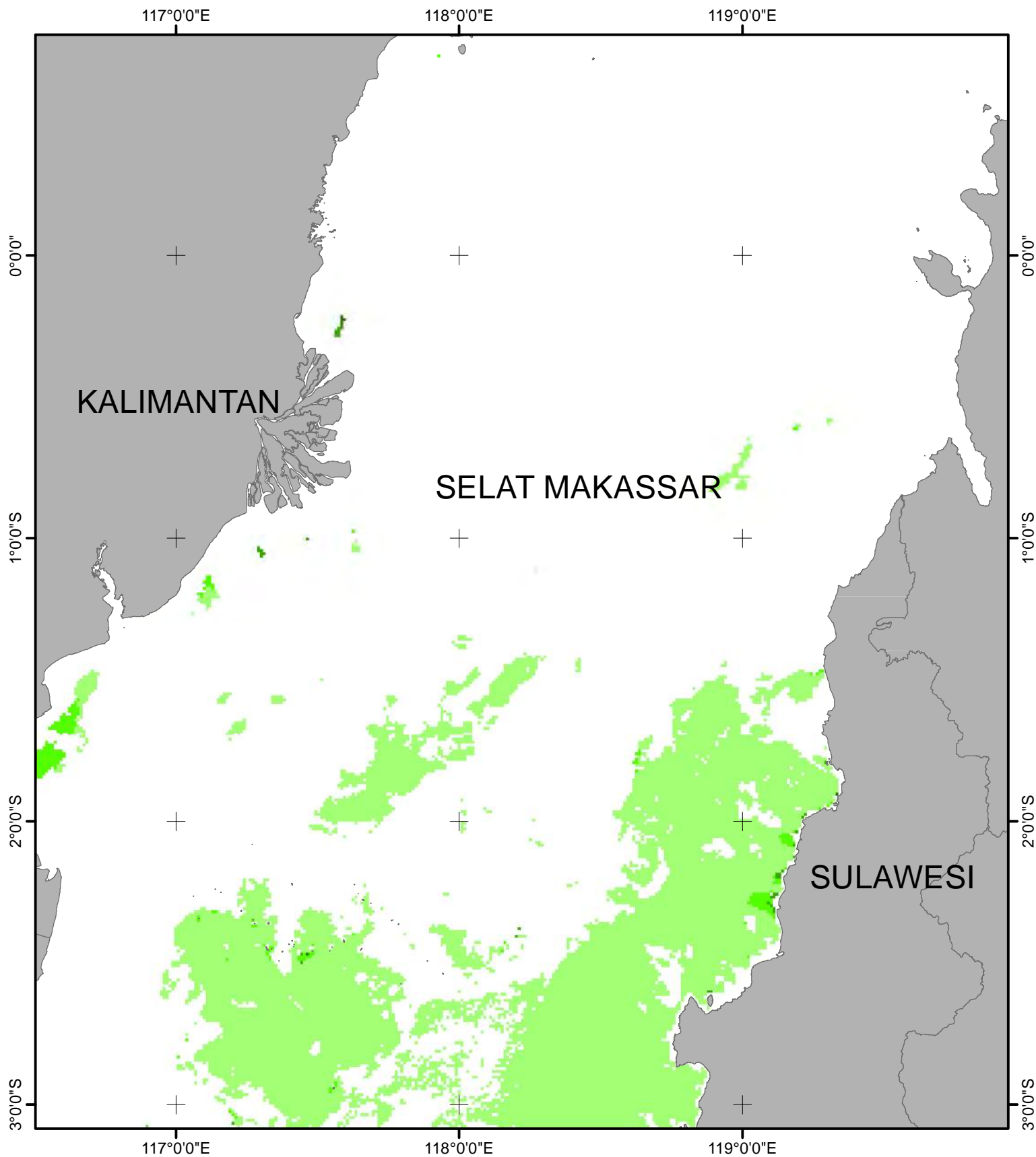
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

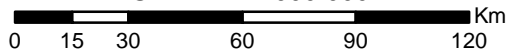




**PETA SEBARAN KLOROFIL-A
DENGAN KOREKSI ATMOSFER GW 94
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Aqua MODIS
Data Insitu : LIPI

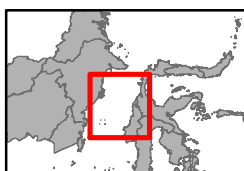
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)

0,01 - 0,14 0,31 - 2,5
0,15 - 0,30 2,51 - 13,0

INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

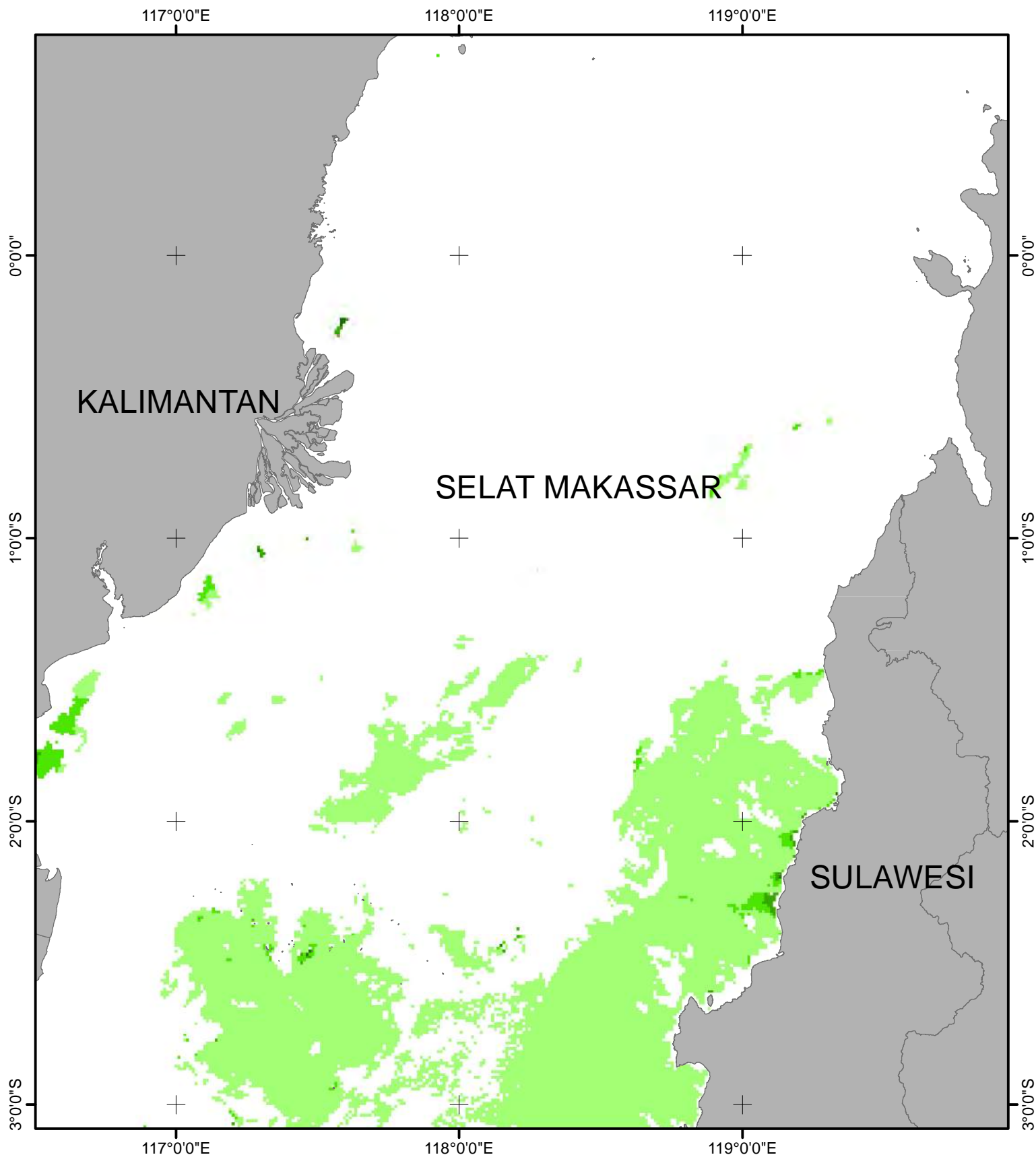
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

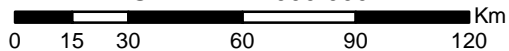




**PETA SEBARAN KLOROFIL-A
DENGAN KOREKSI ATMOSFER GWI
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000

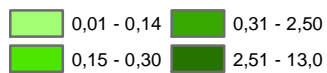


Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Aqua MODIS
Data Insitu : LIPI

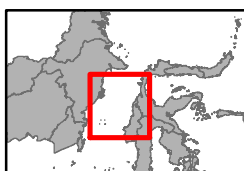
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)



INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

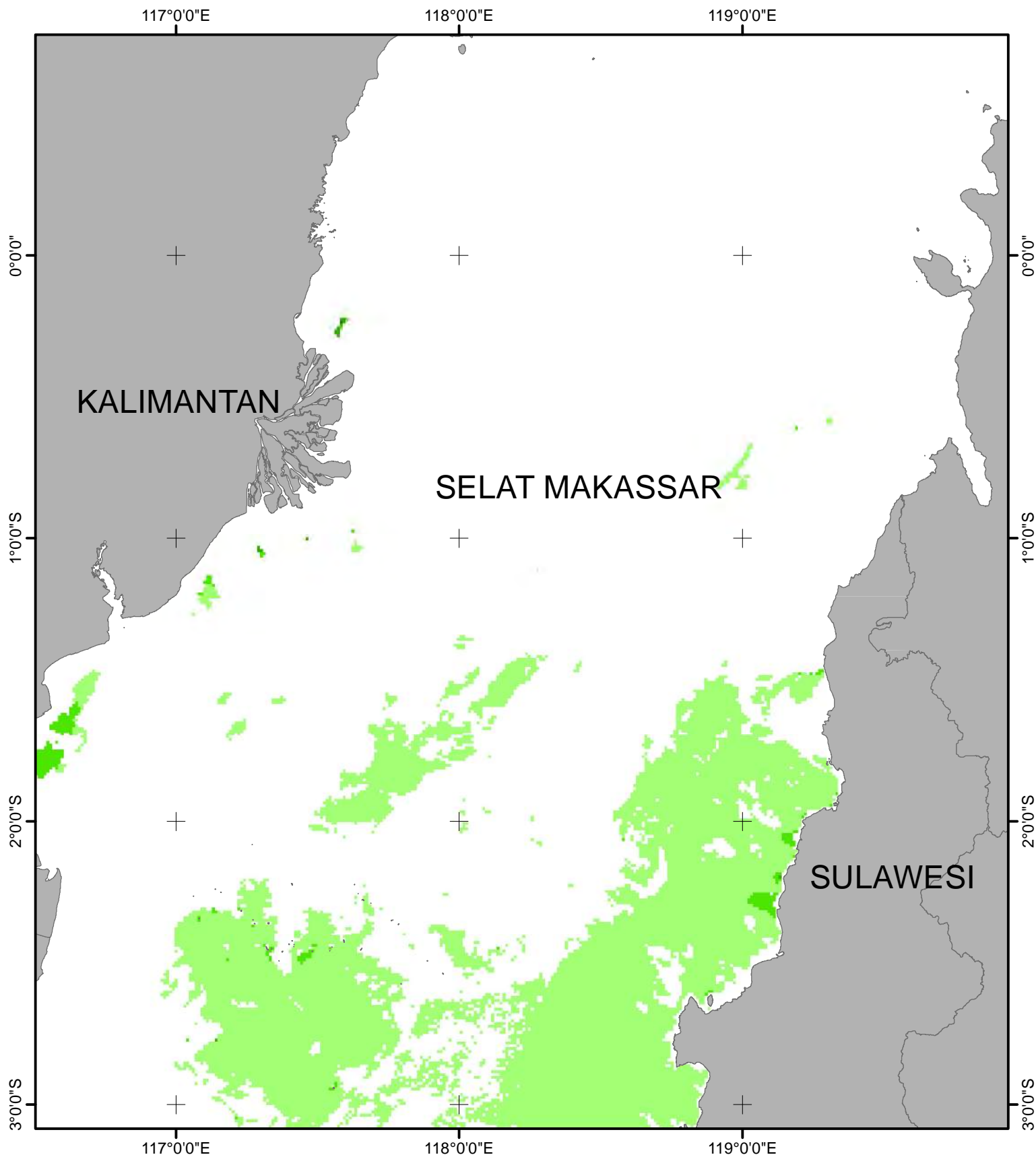
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

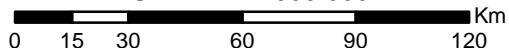




**PETA SEBARAN KLOROFIL-A
DENGAN KOREKSI ATMOSFER MUMM
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Aqua MODIS
Data Insitu : LIPI

LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)

0,01 - 0,14 0,31 - 2,50
0,15 - 0,30 2,51 - 13,0

INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

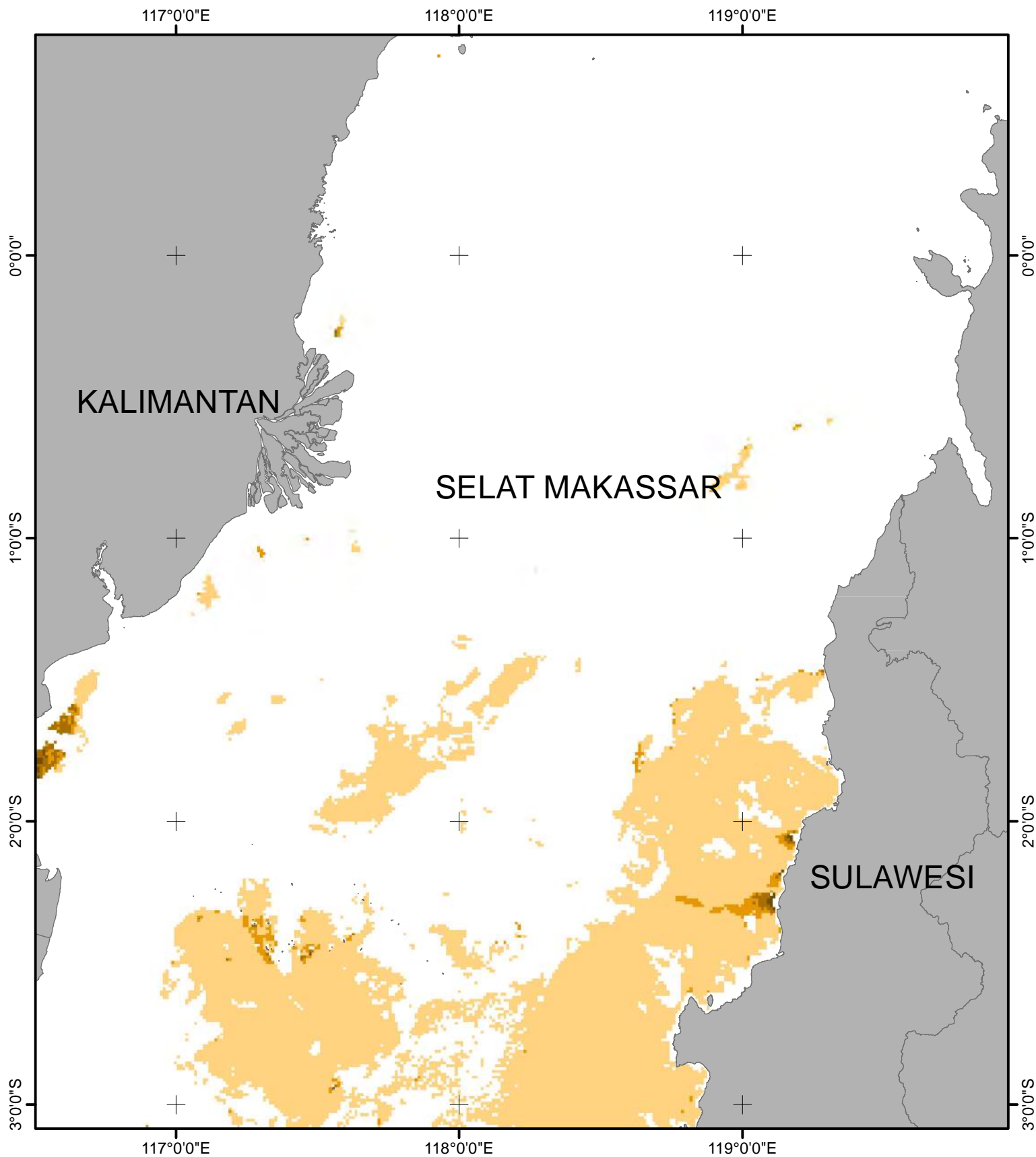
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

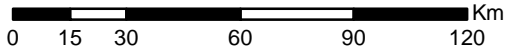




**PETA SEBARAN TSS
DENGAN KOREKSI ATMOSFER GW 94
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Aqua MODIS
Data Insitu : LIPI

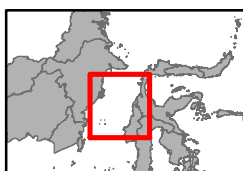
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran TSS (mg/l)



INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

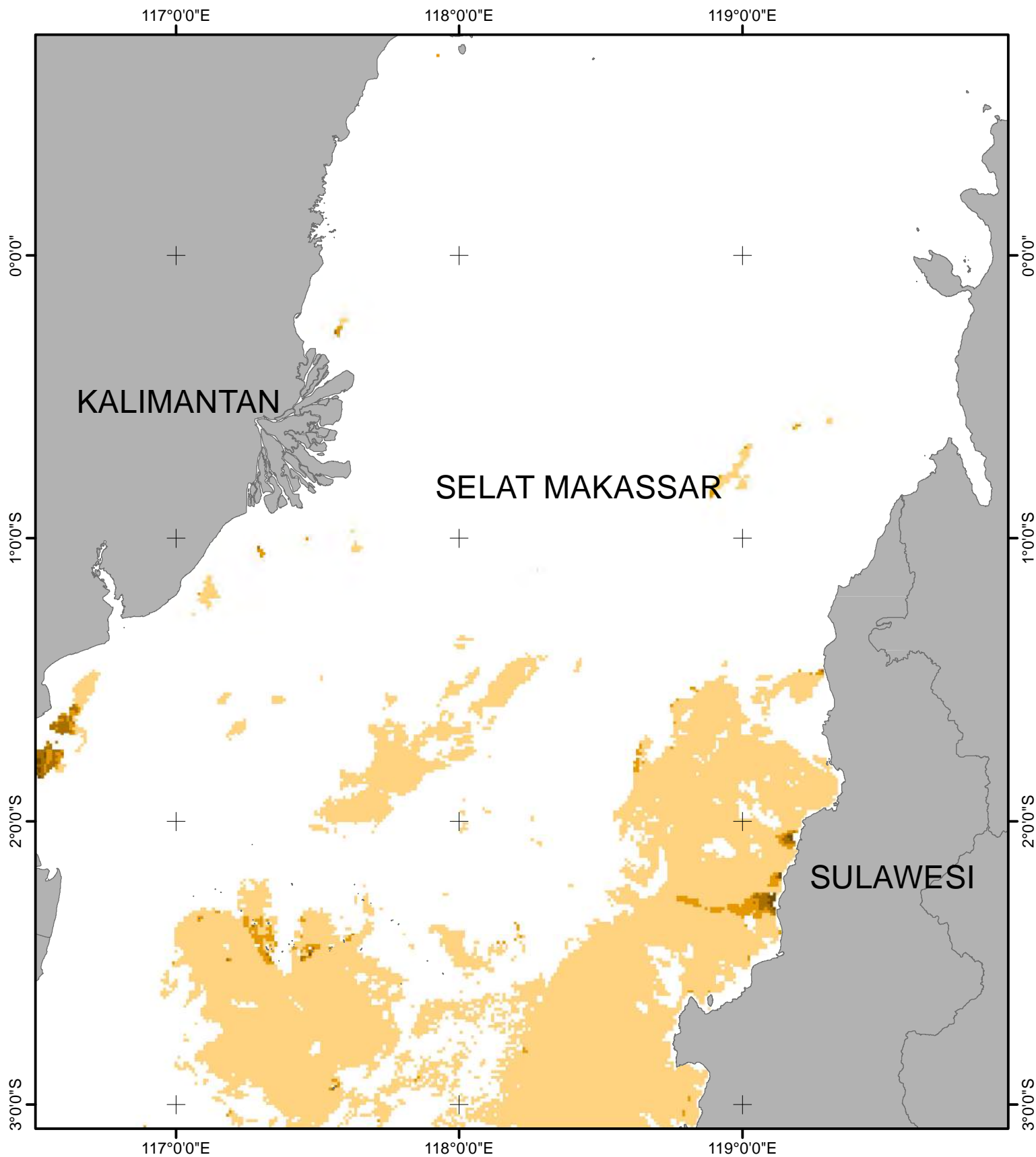
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

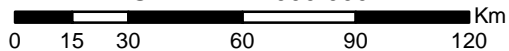




**PETA SEBARAN TSS
DENGAN KOREKSI ATMOSFER GWI
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000



Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Aqua MODIS
Data Insitu : LIPI

LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran TSS (mg/l)



INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

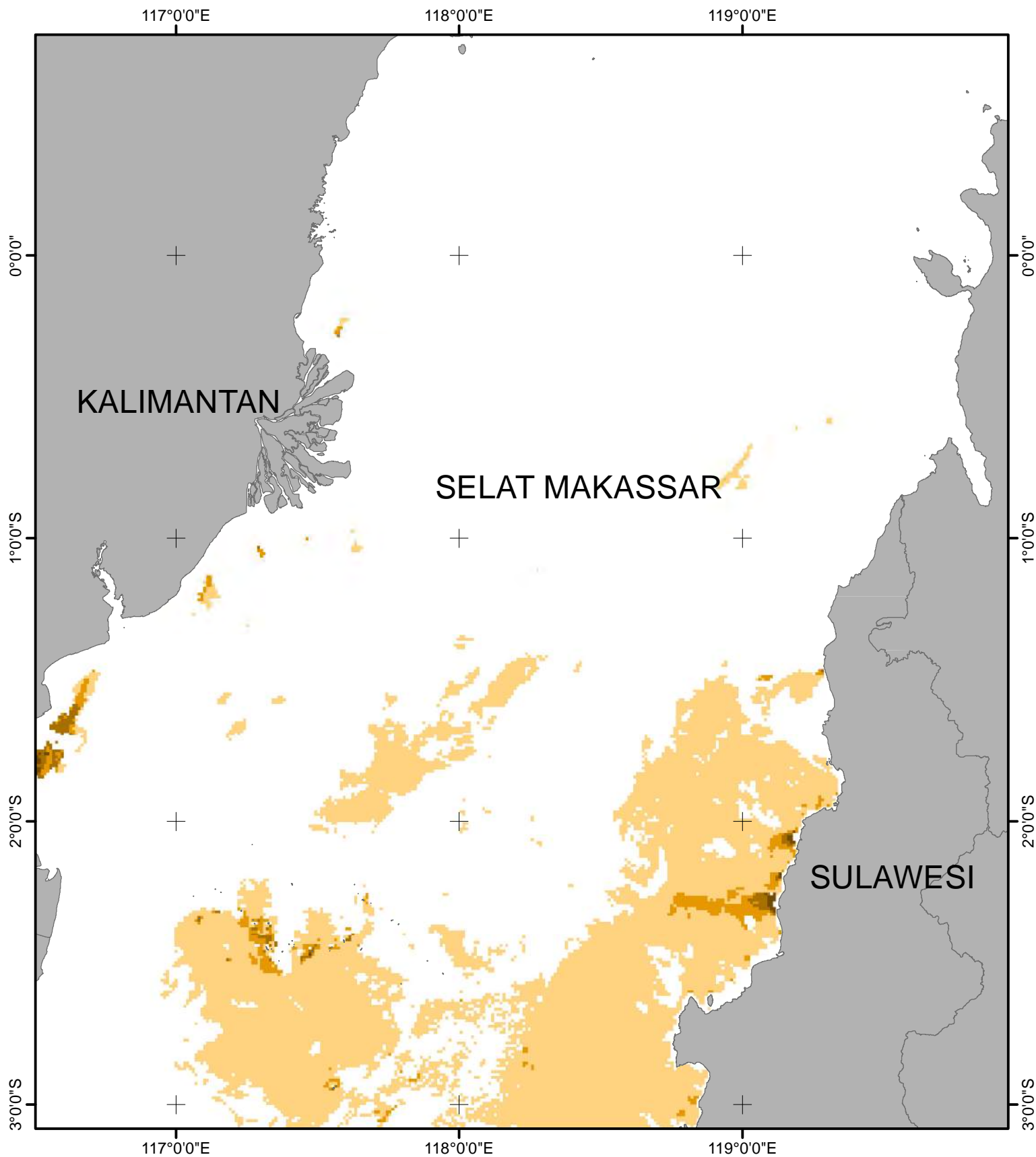
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

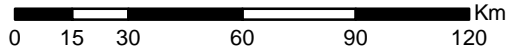




**PETA SEBARAN TSS
DENGAN KOREKSI ATMOSFER MUMM
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000

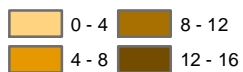


Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Citra Satelit : Aqua MODIS
Data Insitu : LIPI

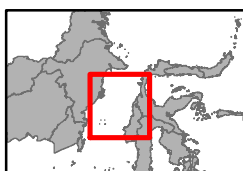
LEGENDA

Perairan Daratan

Sebaran TSS (mg/l)



INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

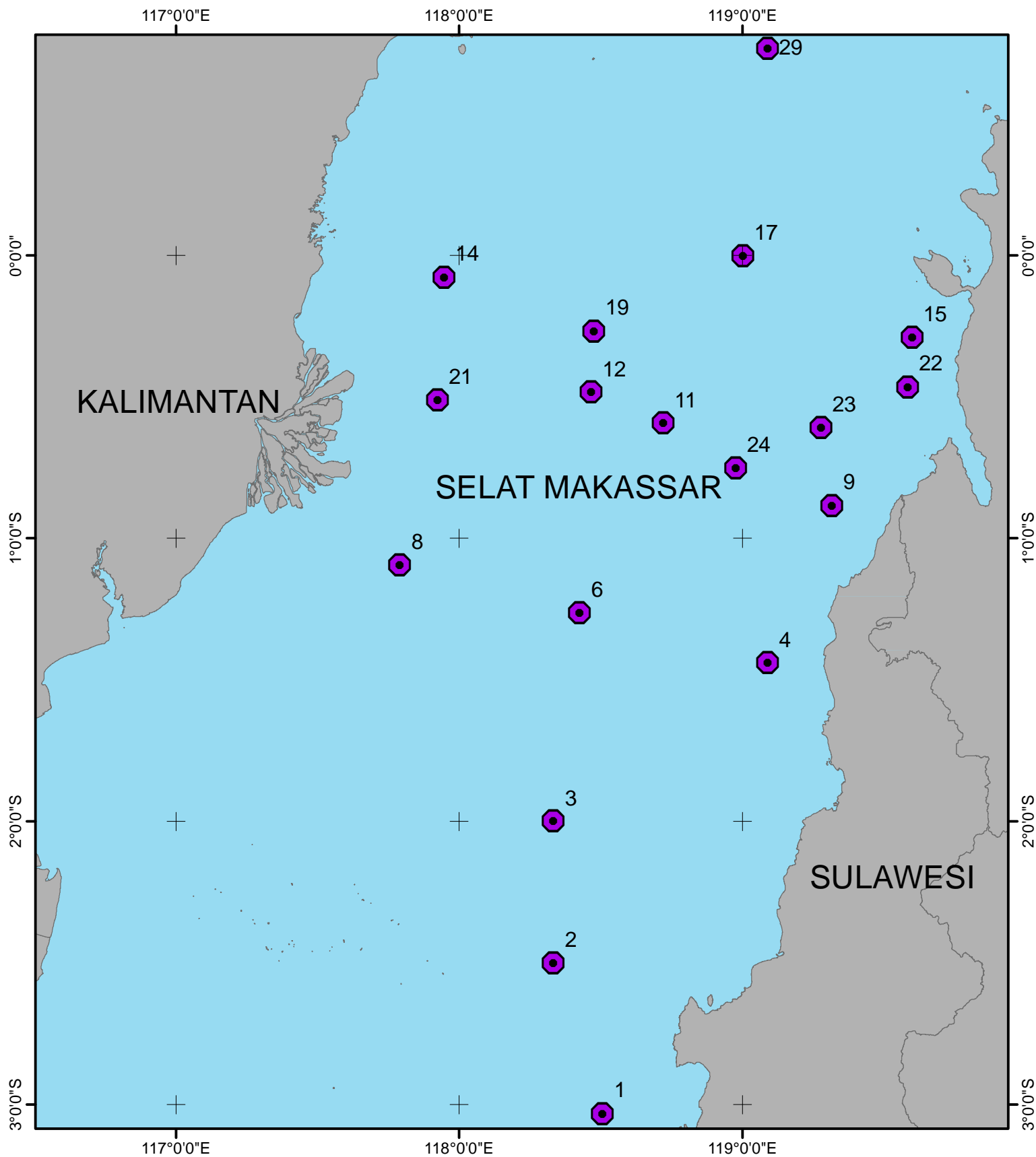
Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

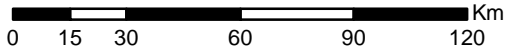




**PETA SEBARAN TITIK SAMPEL
PADA SELAT MAKASSAR**



SKALA 1:2.000.000

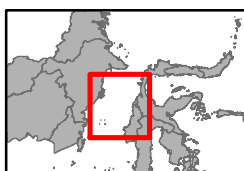


Sistem Proyeksi : Geografis
Datum : WGS 84
Unit : Desimal Degrees
Data Insitu : LIPI

LEGENDA

- Titik Sampel
- Perairan
- Daratan

INDEKS PETA



Dibuat Oleh :
Endang Prinina - 3512100001

Pembimbing :
Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan :
06 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



Lampiran 14. Metadata Citra Terra MODIS

1. MOD021KM.A2013161.005.2013161091042

Name	Value
HDFEOSVersion	HDFEOS_V2.9
HDFEOS_FractionalOffset_10*nsclans_MODIS_SWATH_Type_11B	0.0
Number_of_Scans	203
Number_of_Day_mode_scans	203
Number_of_Night_mode_scans	0
Incomplete_Scans	0
Max_Earth_View_Frames	1354
Bit_QA_Flags_Change	8200
Reflective_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	R317 2013:05:30:16:00
Emissive_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	E309 2013:05:30:16:00
QA_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	Q305 2013:05:30:16:00
Focal_Plane_Set_Point_State	1
Doors_and_Screens_Configuration	-32
Earth-Sun_Distance	1.0152426
_History	Direct read of HDF4 file through CDM library; HDF-EOS StructMetadata inf...
HDF4_Version	4.2.5 (HDF Version 4.2 Release 5, February 17, 2010)
featureType	SWATH
Product_Name	MOD021KM.A2013161.0200.005.2013161091042.hdf
DayNightFlag	Day
Geolocation_File	MOD03.A2013161.0200.005.2013161085850.hdf
Start_Time	2013-06-10 02:00:00.000000
End_Time	2013-06-10 02:05:00.000000
MODIS_Resolution	1km
MODIS_Platform	Terra

2. MOD021KM.A2013166.0220.005.2013166092450

Name	Value
HDFEOSVersion	HDFEOS_V2.9
HDFEOS_FractionalOffset_10*nsclans_MODIS_SWATH_Type_11B	0.0
Number_of_Scans	203
Number_of_Day_mode_scans	203
Number_of_Night_mode_scans	0
Incomplete_Scans	0
Max_Earth_View_Frames	1354
Bit_QA_Flags_Change	8200
Reflective_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	R317 2013:05:30:16:00
Emissive_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	E309 2013:05:30:16:00
QA_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	Q305 2013:05:30:16:00
Focal_Plane_Set_Point_State	1
Doors_and_Screens_Configuration	-32
Earth-Sun_Distance	1.0157677
_History	Direct read of HDF4 file through CDM library; HDF-EOS StructMetadata inf...
HDF4_Version	4.2.5 (HDF Version 4.2 Release 5, February 17, 2010)
featureType	SWATH
Product_Name	MOD021KM.A2013166.0220.005.2013166092450.hdf
DayNightFlag	Day
Geolocation_File	MOD03.A2013166.0220.005.2013166091709.hdf
Start_Time	2013-06-15 02:20:00.000000
End_Time	2013-06-15 02:25:00.000000
MODIS_Resolution	1km
MODIS_Platform	Terra

3. MOD021KM.A2013167.0300.005.2013167133509

Name	Value
HDFEOSVersion	HDFEOS_V2.9
HDFEOS_FractionalOffset_10*ns cans_MODIS_SWATH_Type_L1B	0.0
Number_of_Scans	204
Number_of_Day_mode_scans	204
Number_of_Night_mode_scans	0
Incomplete_Scans	0
Max_Earth_View_Frames	1354
Bit_QA_Flags_Change	8200
Reflective_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	R317 2013:05:30:16:00
Emissive_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	E309 2013:05:30:16:00
QA_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	Q305 2013:05:30:16:00
Focal_Plane_Set_Point_State	1
Doors_and_Screens_Configuration	-32
Earth-Sun_Distance	1.0158614
_History	Direct read of HDF4 file through CDM library; HDF-EOS StructMetadata in...
HDF4_Version	4.2.5 (HDF Version 4.2 Release 5, February 17, 2010)
featureType	SWATH
Product_Name	MOD021KM.A2013167.0300.005.2013167133509.hdf
DayNightFlag	Day
Geolocation_File	MOD03.A2013167.0300.005.2013167094244.hdf
Start_Time	2013-06-16 03:00:00.000000
End_Time	2013-06-16 03:05:00.000000
MODIS_Resolution	1km
MODIS_Platform	Terra

Lampiran 15. Metadata Citra Aqua MODIS

1. MYD021KM.A2013162.0540.005.2013162152615

Name	Value
HDFEOSVersion	HDFEOS_V2.16
HDFEOS_FractionalOffset_10*mscans_MODIS_SWATH_Type_L1B	0.0
Number_of_Scans	203
Number_of_Day_mode_scans	203
Number_of_Night_mode_scans	0
Incomplete_Scans	0
Max_Earth_View_Frames	1354
Bit_QA_Flags_Change	8192
Reflective_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	R241 2013:05:03:15:00
Emissive_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	E240 2013:05:03:15:00
QA_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	Q240 2013:05:03:15:00
Focal_Plane_Set_Point_State	1
Doors_and_Screens_Configuration	-64
Earth-Sun_Distance	1.0153732
History	Direct read of HDF4 file through CDM library; HDF-EOS StructMetadata inf...
HDF4_Version	4.2.5 (HDF Version 4.2 Release 5, February 17, 2010)
featureType	SWATH
Product_Name	MYD021KM.A2013162.0540.005.2013162152615.hdf
DayNightFlag	Day
Geolocation_File	MYD03.A2013162.0540.005.2013162150759.hdf
Start_Time	2013-06-11 05:40:00.000000
End_Time	2013-06-11 05:45:00.000000
MODIS_Resolution	1km
MODIS_Platform	Aqua

2. MYD021KM.A2013166.0515.005.2013166162741

Name	Value
HDFEOSVersion	HDFEOS_V2.16
HDFEOS_FractionalOffset_10*mscans_MODIS_SWATH_Type_L1B	0.0
Number_of_Scans	203
Number_of_Day_mode_scans	203
Number_of_Night_mode_scans	0
Incomplete_Scans	0
Max_Earth_View_Frames	1354
Bit_QA_Flags_Change	8200
Reflective_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	R241 2013:05:03:15:00
Emissive_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	E240 2013:05:03:15:00
QA_LUT_Serial_Number_and_Date_of_Last_Change	Q240 2013:05:03:15:00
Focal_Plane_Set_Point_State	1
Doors_and_Screens_Configuration	-64
Earth-Sun_Distance	1.015779
History	Direct read of HDF4 file through CDM library; HDF-EOS StructMetadata in...
HDF4_Version	4.2.5 (HDF Version 4.2 Release 5, February 17, 2010)
featureType	SWATH
Product_Name	MYD021KM.A2013166.0515.005.2013166162741.hdf
DayNightFlag	Day
Geolocation_File	MYD03.A2013166.0515.005.2013166161250.hdf
Start_Time	2013-06-15 05:15:00.000000
End_Time	2013-06-15 05:20:00.000000
MODIS_Resolution	1km
MODIS_Platform	Aqua

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap **Endang Prinina** atau biasa dipanggil Endang, dilahirkan pada 12 Desember 1994 dan merupakan anak ke tiga dari tiga bersaudara dari Bapak Priyadi Utomo dan Ibu Tri welas Asih. Penulis menempuh pendidikan formal dari SDN Gedangan II Mojowarno (2000-2006), SMP Negeri 1 Jombang (2006-2009), kemudian melanjutkan di SMA Negeri 3 Jombang, Setelah dinyatakan lulus dari SMA, penulis meneruskan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Geomatika – FTSP ITS Surabaya, Tahun kedua perkuliahan menjabat sebagai Staf Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) – Himage ITS bidang kaderisasi. Ditahun selanjutnya mendapat amanah menjabat sebagai Sekretaris Departemen PSDM di organisasi yang sama. Penulis telah melaksanakan Kerja Praktik di Badan Informasi Geospasial (BIG) dan magang di Badan Penelitian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Dalam menyelesaikan studi sarjananya, penulis memilih Tugas Akhir dibidang keahlian *Water Remote Sensing* dengan judul Validasi Algoritma Estimasi Konsentrasi Klorofil-A dan Padatan Tersuspensi Menggunakan Citra Terra MODIS dan Aqua MODIS Dengan Data *In Situ* (studi kasus: Selat Makassar). Penulis dapat dihubungi melalui email : endang.prinina@gmail.com.